

ชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำ

Bauhinia pottsii G.Don

ในประเทศไทย

สุพจน์ แสงมลเ

 **กระทรวงศึกษาธิการ**
กรมการศึกษานอกโรงเรียน
กรุงเทพฯ ๑๐๐๐

๓ ส.ค. ๒๕๔๓

ชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำ *Bauhinia pottsii* G.Don ในประเทศไทย

ว่าที่ร้อยตรีสุพจน์ แสงมณี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตรชีวภาพ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-558-2

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BIOSYSTEMATICS OF *Bauhinia pottsii* G. Don IN THAILAND

Acting sub-lieutenant Supot Saengmanee

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Biological Sciences

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic year 1999

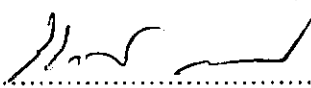
ISBN 974-334-558-2

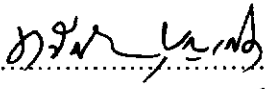
หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำ <i>Bauhinia pottsii</i> G.Don ในประเทศไทย
โดย	ว่าที่ร้อยตรีสุพจน์ แสงมณี
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.อบฉันท ไทยทอง

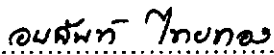
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

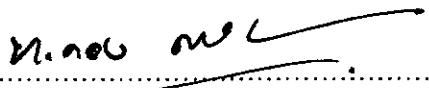

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

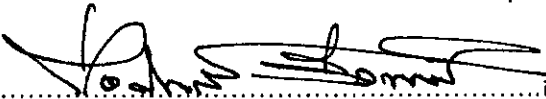
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.อบฉันท ไทยทอง)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประคอง ดังประพฤทธิกุล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ต่อศักดิ์ สีลันนท์)


.....กรรมการ
(ดร.ก้องกานดา ชยามฤต)

สุพจน์ แสงมณี : ชีวานุกรมวิธานของชงโคดำ *Bauhinia pottsii* G.Don
ในประเทศไทย (BIOSYSTEMATICS OF *Bauhinia pottsii* G.Don IN
THAILAND) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด; อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.
ดร.อบฉันท ไททอง; 296 หน้า. ISBN 974-334-558-2

ชงโคดำเป็นไม้พุ่มที่เจริญบริเวณชายป่าดิบชื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล
ไม่เกิน 200 เมตร ในประเทศไทยมีชงโคดำ 5 พันธุ์ คือ *B. pottsii* var. *pottsii* G. Don,
B. pottsii var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S.S. Larsen, *B. pottsii* var. *mollissima*
(Wall. ex Prain) K. & S.S. Larsen, *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit และ
B. pottsii var. *decepiens* (Craib) K. & S.S. Larsen ชงโคดำแต่ละพันธุ์มีความแปรผันของ
ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูแตกต่างกัน จึงได้ทำการตรวจสอบสถานะทาง
อนุกรมวิธานของชงโคดำ 4 พันธุ์ ยกเว้น *B. pottsii* var. *decepiens* ซึ่งสำรวจไม่พบในการ
ศึกษาครั้งนี้ โดยการศึกษาทาง numerical taxonomy ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปร
พหุคูณ 3 วิธี คือการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนก โดยใช้
ข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ 7 ลักษณะ ดอก 41 ลักษณะ เรณู 11 ลักษณะ และ
ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 36 ลักษณะจากไอโซไซม์ 6 ระบบ (acid phosphatase,
esterase, glutamate oxaloacetate transaminase, malate dehydrogenase, peroxidase
และ shikimate dehydrogenase) พบว่าสามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม คือ
1. *B. pottsii* var. *pottsii* 2. *B. pottsii* var. *subsessilis* 3. *B. pottsii* var. *velutina*
และ *B. pottsii* var. *mollissima* โดยลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกประกอบด้วย
ลักษณะดอก 3 ลักษณะ ลักษณะเรณู 2 ลักษณะและลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 14 ลักษณะ
เมื่อเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานกับชงโคและกาหลงโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา
ของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเดียวกัน ผล
การวิจัยพบว่าสามารถใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาในการจัดจำแนกชงโคดำซึ่งมีสถานะ
ทางอนุกรมวิธานอยู่ในระดับชนิด (species) ออกเป็น 3 พันธุ์ (variety) คือ 1. *B. pottsii*
var. *pottsii* 2. *B. pottsii* var. *subsessilis* และ 3. *B. pottsii* var. *velutina*

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2542.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C 825022 : MAJOR BIOLOGICAL SCIENCE

KEY WORD : BIOSYSTEMATICS / *Bauhinia pottsii* G.DonSUPOT SAENGMANEE : BIOSYSTEMATICS OF *Bauhinia pottsii* G.Don

IN THAILAND. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. THAWEESAKDI

BOONKERD, Ph.D.; THESIS CO-ADVISOR : ASSOC.PROF.OBCHANT

THAITHONG, Ph.D.:296 pp. ISBN 974-334-558-2

Bauhinia pottsii G.Don is a shrub which occurs naturally along the edge of evergreen forest below 200 meters ASL. In Thailand, five varieties of this species were recorded : *B. pottsii* var. *pottsii* G. Don, *B. pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S. S. Larsen, *B. pottsii* var. *mollissima* (Wall. ex Prain) K. & S.S. Larsen, *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit, and *B. pottsii* var. *decipiens* (Craib) K. & S. S. Larsen. Each variety exhibits somewhat a wide range of morphological plasticity. In order to clarify their taxonomic status, all varieties except *B. pottsii* var. *decipiens* which was not found, were investigated by numerical taxonomic studies, consisting of 3 multivariate analyses, namely factor analysis, cluster analysis and discriminant analysis. These analyses focused on morphological characters as follows: 7 characters of leaf, 41 characters of flower and 11 characters of pollen as well as 36 characters from 6 isozyme systems (acid phosphatase, esterase, glutamate oxaloacetate transaminase, malate dehydrogenase, peroxidase and shikimate dehydrogenase). The results show that this species should be classified into 3 groups -- i) *B. pottsii* var. *pottsii*, ii) *B. pottsii* var. *subsessilis*, and iii) *B. pottsii* var. *velutina* and *B. pottsii* var. *mollissima* – based on 3 characters of flower, 2 characters of pollen and 14 characters from isozyme pattern. To compare taxonomic status with *B. purpurea* and *B. acuminata* by analyses 74 morphological characters of leaf, flower, pollen, pod, and seed by the same techniques. The results from morphological characters alone suggest that 3 groups of *B. pottsii* should be recognized as 3 distinct varieties: i) *B. pottsii* var. *pottsii*, ii) *B. pottsii* var. *subsessilis* and iii) *B. pottsii* var. *velutina*.

หลักสูตร.....วิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา.....2542.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ บุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด และรองศาสตราจารย์ ดร.อบจันท์ ไทยทอง ที่ให้ความกรุณาเป็น อาจารย์ที่ปรึกษา คอยดูแลและควบคุมงานวิจัย ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า ให้ความช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่างในต่างจังหวัดและเป็นกำลังใจในการแก้ไขปัญหา ทุกด้าน รวมทั้งให้ยืมเอกสารประกอบการวิจัยเป็นส่วนใหญ่ตลอดระยะเวลาของการศึกษาวิจัย ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประคอง ดังประพทุธิกุล อาจารย์ ดร.ก้องกานดา ชยามฤตและอาจารย์ ดร.ต่อศักดิ์ สีลานันท์ ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์ รองศาสตราจารย์โกสุม พิระมาน รองศาสตราจารย์บุศบรณ ณ สงขลา รองศาสตราจารย์ วัยดา เทพหัตถ์ รองศาสตราจารย์มนทกานติ วัชรภักย์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ปริดา บุญ-หลง ที่ให้ความรู้เบื้องต้นทางด้านพฤกษศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญให้ผู้เขียนนำมาใช้ในการ ศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายได้

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ชุมพล คุณวาสี ที่ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นที่เป็น ประโยชน์ ให้ความช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่างในต่างจังหวัดและให้ยืมเอกสารบางส่วน ประกอบการวิจัย อาจารย์ ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์ ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส ให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ ให้ยืมอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งเอกสารบางส่วนประกอบการ ศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ชวนพิศ อรุณรังสิกุล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา เขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำเทคนิคการใช้อิเล็กโตรโฟรีซิสในการจำแนกพืชหลายชนิด ช่วย ให้ผู้เขียนศึกษาวิจัยเกี่ยวกับไอโซไซม์ของพืชได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ดร.พาชิตชนัด ศิริพานิช คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิต พัฒนบริหารศาสตร์ และอาจารย์มาลี จิตติวุฒิกาน ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณอาจารย์อุไร คำศรี อาจารย์สุวัฒน์ วีระพงษ์นากกร อาจารย์ บุญสนอง ช่วยแก้ว คุณปิยชาติ ไตรสารศรี คุณทณงศักดิ์ จงอนุรักษ์ อาจารย์อลงกลด แทนอมทอง อาจารย์อุดมศักดิ์ ตรุมาศ อาจารย์เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์ อาจารย์สริน

พลวัฒน์ คุณปริญญนุช กลิ่นรัตน์ อาจารย์วันชัย สังข์สุข คุณปิยพงศ์ ราชดา คุณกัญดา เกษตรสินสมบัติ คุณรัฐพงษ์ พวงทับทิม คุณสุชาดา วงศ์ภาคำ คุณอังคณา คณีกุล คุณสุพัฒน์ โปษะวัฒนากุล และคุณยุธยา อยู่เย็น ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในต่างจังหวัด การเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาไอโซไซม์ เป็นกำลังใจและให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณคุณรุจิพร ประทีปเสน ที่ช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่างและการถ่ายรูปตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด คุณสหัส จันทนาอรพินท์ ที่ช่วยถ่ายรูปและแนะนำการถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ขอขอบคุณคุณประจักษ์ นันท์ธนะวานิช บรรณารักษ์ห้องสมุดภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความเอื้อเฟื้อช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการยืมเอกสารอ้างอิงประกอบการวิจัย

ขอขอบคุณคุณสมา บินฮาซัน คุณมณฑารพ สุทธธรรม คุณมานิต คีตอยู่ และคุณอรุณรัตน์ มีกิจเจริญโรจน์ ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณพิพิธภัณฑ์พืชศาสตร์อาจารย์กลิ่น สุวตะพันธุ์ และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ใช้เป็นแหล่งศึกษาวิจัยตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ พิพิธภัณฑ์พืชหอพรรณไม้ กรมป่าไม้และพิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความสะดวกในการตรวจศึกษาพันธุ์ไม้

ขอขอบคุณกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่อนุญาตให้ผู้เขียนลาศึกษาต่อในบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้อำนวยการเขตม สุวรรณโพธิ์ อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ผู้อำนวยการสิทธิรักษ์ จันทรสว่าง ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า อาจารย์บุปผา ผู้พัฒน์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า อาจารย์สุภา ยิ้มสรวลและอาจารย์ยุวรี วิศวะเวชเมธี อดีตหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนคณาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าทุกท่าน ที่กรุณาสันับสนุนและให้ความช่วยเหลือในการลาศึกษาต่อ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542001 และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญแผนภาพ.....	ฅ

บทที่

1. บทนำ.....	1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
3. วัสดุ อุปกรณ์ ละวิธีดำเนินการวิจัย.....	15
4. ผลการวิจัย.....	42
5. อภิปรายผลการวิจัย.....	161
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	197
รายการอ้างอิง.....	203
ภาคผนวก.....	210
ประวัติผู้วิจัย.....	296

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	แหล่งเก็บตัวอย่างประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลงในประเทศไทย..... 22
3.2	สารเคมีที่ใช้ในการเตรียม polyacrylamide gel.....28
3.3	ส่วนประกอบของ extraction buffer.....30
3.4	ระบบไอโซไซม์ที่ศึกษาในชงโคดำ.....32
3.5	ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ..... 35
3.6	ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ..... 39
4.1	การกระจายพันธุ์ของชงโคดำที่สำรวจพบในประเทศไทย..... 42
4.2	เปรียบเทียบค่า Rf ของไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำ..... 83
4.3	ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....211
4.4	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัยของ ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย.....214
4.5	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ชงโคดำในประเทศไทย.....214
4.6	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย.....215
4.7	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2 ซึ่งมีค่าไอเกน มากกว่า 1215
4.8	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการ วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูล จากแกนปัจจัยที่ 1-2216
4.9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ ในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการการจัดจำแนก.....216

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2.....217
4.11	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย.....218
4.12	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของดอกในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย.....218
4.13	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของดอกในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยา ของดอกชงโคดำในประเทศไทย.....220
4.14	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา ของดอกชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1.....221
4.15	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5.....222
4.16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ ในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก เมื่อใช้ ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5.....222
4.17	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5224
4.18	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย.....225

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของเรณูในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย.....225
4.20	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของเรณู ในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู ชงโคดำในประเทศไทย.....226
4.21	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู ชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2 ซึ่งมีค่าไอเกน มากกว่า 1.....226
4.22	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการ วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาเรณูชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูล จากแกนปัจจัยที่ 1-2.....227
4.23	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ ในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก.....227
4.24	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2.....228
4.25	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....229
4.26	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของดอกและเรณูในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....230
4.27	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของดอกและเรณูในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของ ดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....232

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.28	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา ของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัย ที่ 1-6 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1.....234
4.29	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6.....235
4.30	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของ ชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6.....236
4.31	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6.....238
4.32	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....239
4.33	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบ ดอก และเรณูในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....240
4.34	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของใบ ดอก และเรณูในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....242
4.35	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1244

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.36	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7.....244
4.37	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู ของชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก.....246
4.38	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำ ในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7.....248
4.39	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัยของ ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย.....249
4.40	ค่า factor loading ของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย.....249
4.41	ค่า factor loading ของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย.....251
4.42	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1.....252
4.43	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการ วิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7253
4.44	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบ ของชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการ จัดจำแนก เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7.....253

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.45	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7.....255
4.46	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ ของชงโคดำในประเทศไทย.....256
4.47	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของ ใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย.....257
4.48	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และ แบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย.....263
4.49	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา ของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1.....269
4.50	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ ของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12.....269
4.51	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย ที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก.....270
4.52	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผน ไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12.....273

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.53	ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค และกาหลง.....274
4.54	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบ ดอก เรณู และฝัก ในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการ วิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของ ชงโคดำ ชงโค และกาหลง.....274
4.55	ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของใบ ดอก เรณู และฝัก ในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝัก ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง.....277
4.56	ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของ ใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจาก แกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1.....279
4.57	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการ วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและฝัก ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7280
4.58	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค และกาหลงที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก กับสมการจัดจำแนก281
4.59	เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาใบ ดอก เรณูและฝัก ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7283
5.1	เปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด ที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพของชงโคดำ ชงโค และกาหลง.....189

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่

หน้า

3.1	การกระจายพันธุ์และแหล่งเก็บตัวอย่างประชากรชงโคดำในประเทศไทย.....	23
3.2	การวัดลักษณะสัณฐานวิทยาของ ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ.....	41
4.1	แหล่งที่อยู่และลักษณะนิสัยของชงโคดำในประเทศไทย.....	56
4.2	ลักษณะกิ่ง และช่องอากาศบริเวณเปลือกของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	57
4.3	ลักษณะใบและขนใบด้านบนของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด.....	58
4.4	ลักษณะใบและขนใบด้านล่างของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด.....	59
4.5	ลักษณะดอกตูมและช่อดอกของชงโคดำในประเทศไทย.....	60
4.6	ลักษณะขนบนดอกตูมของชงโคดำเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเทอริโอ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	61
4.7	ลักษณะขนบนผิวด้านนอกและผิวด้านในของกลีบเลี้ยงชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	62
4.8	ลักษณะผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกลีบดอกชงโคดำ เมื่อใช้กล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	63
4.9	ลักษณะเกสรเพศผู้ ฝักเรณู และฝักก้านชูอับเรณูของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	64
4.10	ลักษณะยอดเกสรเพศเมียของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด และรังไข่กับอวุล เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเทอริโอ.....	65
4.11	ลักษณะขนบนรังไข่ของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	66
4.12	ลักษณะฝัก เมล็ด และผิวของเมล็ดชงโคดำเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	67
4.13	รูปร่างลักษณะและลวดลายผิวของเรณูชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	71

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่	หน้า
4.14 แบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase ของชงโคดำในประเทศไทย.....	77
4.15 แบบแผนไอโซไซม์ esterase ของชงโคดำในประเทศไทย.....	78
4.16 แบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase ของชงโคดำ ในประเทศไทย.....	79
4.17 แบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase ของชงโคดำในประเทศไทย.....	80
4.18 แบบแผนไอโซไซม์ peroxidase ของชงโคดำในประเทศไทย.....	81
4.19.1 แบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase ของชงโคดำในประเทศไทย.....	82
4.19.2 เปรียบเทียบลักษณะใบ ดอก เรณู ผักและเมล็ดของชงโคและกาหลง.....	125
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ วิทยาของใบและลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกของชงโคดำในประเทศไทย.....	132
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของดอก ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูและลักษณะสัณฐานวิทยา ของดอกกับเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....	133
4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะดอก กับเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....	134
4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของดอกกับเรณู และลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู ของชงโคดำในประเทศไทย.....	135
4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....	136
4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย.....	137
4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ แบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย.....	138
4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ แบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย.....	139

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

[illegible]

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่	หน้า
4.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโคและกาหลง.....	150
4.39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโคและกาหลง.....	151
4.40 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำใน ประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	152
4.41 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	153
4.42 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	154
4.43 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณู ของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	155
4.44 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู ของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	156
4.45 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	157
4.46 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และ ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ จัดกลุ่ม.....	158
4.47 เคนไตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโค และกาหลง ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม.....	159
4.48 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำในประเทศไทยและ ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง เมื่อใช้ลักษณะ สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด.....	160

บทที่ 1

บทนำ

ชงโคดำ *Bauhinia pottsii* G.Don เป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ (tendrils) (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) แต่สามารถเกาะต้นไม้อื่นที่อยู่ใกล้เคียงขึ้นไปได้ สูงถึง 30 เมตร (de Wit, 1956) มีชื่อเรียกในแต่ละท้องถิ่นแตกต่างกัน เช่น ชงโค ชงโคป่า ชงโคขาว ชงโคไฟ เป็นต้น พบกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไปบริเวณชายป่าดิบชื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตรในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น พม่า มาเลเซีย กัมพูชา อินโดนีเซียและไทย (Larsen และ Larsen, 1973) สำหรับประเทศไทยนั้นมียางานว่า พบเฉพาะในแถบภาคตะวันออกและภาคใต้เท่านั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984)

ชงโคดำเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาหลายประการ เช่น ใบอาจมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือคล้ายรูปไข่ มีจำนวนเส้นใบแตกต่างกันตั้งแต่ 9-15 เส้น ผิวใบมีขนปกคลุมหลายรูปแบบ กลีบดอกอาจมีสีขาวหรือสีแดง มีรูปร่างแบบใบหอกหรือแบบช้อน ดอกตูมอาจมีสีเขียวหรือสีเขียวม่วงน้ำตาลและมีรูปร่างคล้ายกระบองหรือคล้ายทรงกระบอกปลายเรียวแหลม ฝักมีลักษณะแบน ปลายเรียวแหลมเป็นจะงอย อาจมีหรือไม่มีสันตามแนวยาว เป็นต้น จึงได้มีการจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 พันธุ์ (variety) คือ *B. pottsii* var. *pottsii* G.Don, *B. pottsii* var. *elongata* (Korth) de Wit และ *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit โดยพบว่า *B. pottsii* var. *elongata* นั้นแตกต่างจาก *B. pottsii* var. *pottsii* ตรงที่มีผิวใบเรียบมันกว่า กลีบดอกแคบกว่าและมีเกสรเพศผู้สั้นกว่า ในขณะที่ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นแตกต่างจาก *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *elongata* ตรงที่มีกลีบดอกสีขาว (de Wit, 1956) ต่อมา มีการจัดให้ *B. pottsii* var. *decipiens* ซึ่งเป็นพืชถิ่นเดียวพบเฉพาะที่จังหวัดตราดเท่านั้นเป็นอีกพันธุ์หนึ่งของชงโคดำ เพราะมีลักษณะโดยทั่วไปเหมือนกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ต่างกันเฉพาะขนบนรังไข่ที่ไม่มีขนแข็งเอนปกคลุม จึงทำให้ชงโคดำในประเทศไทยมีทั้งหมด 4 varieties (Larsen และ Larsen, 1973)

เมื่อมีการจัดทำ Flora of Thailand จึงได้มีการจัดจำแนกสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำแต่ละพันธุ์ใหม่ โดยมีการจัดให้ *B. pottsii* var. *elongata* เป็นกลุ่มเดียวกับ *B. pottsii* var. *pottsii* และจัดให้ *B. mollissima* และ *B. velutina* เป็นพันธุ์หนึ่งของชงโคดำอีกด้วย ดังนั้นในปัจจุบันชงโคดำจึงถูกจัดจำแนกออกเป็น 5 พันธุ์ คือ *B. pottsii* var. *pottsii* G.Don, *B. pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S.S. Larsen, *B. pottsii* var.

mollissima (Wall. ex Prain) K. & S.S. Larsen, *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit และ *B. pottsii* var. *decipiens* (Craib) K. & S.S. Larsen (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984)

การจัดให้ *B. velutina*, *B. decipiens* และ *B. subsessilis* ซึ่งในอดีตมีสถานะทางอนุกรมวิธานอยู่ในระดับชนิด (species) (Fisher, 1927) เช่นเดียวกับ *B. elongata* ซึ่งมีรายงานว่าเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งเช่นกัน (Craib, 1928) กลับมีสถานะทางอนุกรมวิธานอยู่ในระดับพันธุ์ (variety) ของชงโคดำนั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) ถือว่ายังไม่มีความชัดเจนนักทั้งนี้เพราะความแปรผันระหว่างประชากรของชงโคดำบางพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดหลายประการ เช่น *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *mollissima* มีความแตกต่างกันทั้งลักษณะรูปร่างของกลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย ดอกตูมและฝัก ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกันมาก ความแตกต่างที่เห็นเด่นชัดก็คือรูปร่างลักษณะของดอกตูมเท่านั้น เช่นเดียวกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *decipiens* ซึ่งมีความแตกต่างที่เด่นชัดเพียงประการเดียวเช่นกันคือลักษณะขนบนรังไข่ (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) แสดงให้เห็นว่าชงโคดำแต่ละพันธุ์มีความแปรผันของลักษณะต่างๆ ไม่เท่ากัน ดังนั้นการจัดให้ชงโคดำทั้ง 5 พันธุ์อยู่ในหน่วยอนุกรมวิธานเดียวกันจึงเป็นปัญหาทางอนุกรมวิธานที่จะต้องทำการตรวจสอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

วิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชได้ก็คือการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานหรือ Biosystematics ซึ่งเสนอโดย Camp และ Gilly ในปี ค.ศ. 1943 (อ้างถึงใน Jones และ Luchsinger, 1987) มีใจความว่าเป็นวิธีการสร้างหน่วยชีวภาพในธรรมชาติโดยเฉพาะหน่วยของวิวัฒนาการมาใช้ในการจัดจำแนกชนิดโดยอาศัยความสัมพันธ์ทางสายพันธุ์และความแปรผันของโครงสร้างต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

ต่อมาจึงมีการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานมากขึ้นและได้มีผู้กำหนดความหมายของคำว่า “ชีวอนุกรมวิธาน” ไว้มากมาย สรุปได้ดังนี้

Lawrence (1967) กล่าวถึงชีวอนุกรมวิธานว่าเป็นการกำหนดขอบเขตของหน่วยชีวภาพในธรรมชาติให้มีความเด่นชัด โดยใช้ข้อมูลทางด้านเคมี พันธุศาสตร์ เซลล์วิทยา สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา นิเวศวิทยา และการกระจายพันธุ์ รวมทั้งการสังเกตในสภาพธรรมชาติและภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมอีกด้วย

Solbrig (1970) กล่าวถึงชีวอนุกรมวิธานว่าเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์ เคมี และสถิติ มาอธิบายปัญหาด้านอนุกรมวิธานเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแง่ทฤษฎีวิวัฒนาการ

Jones และ Luchsinger (1987) กล่าวถึงชีวอนุกรมวิธานว่าเป็นการประยุกต์วิธีการทดลองด้านพันธุศาสตร์ และเซลล์วิทยา มาใช้ในการศึกษาอนุกรมวิธานในระดับชนิด (species) หรือต่ำกว่าระดับชนิด (infraspecific level)

Stace (1989) กล่าวถึงชีวอนุกรมวิธานว่าเป็นการศึกษานุกรมวิธานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ เซลล์วิทยาและนิเวศวิทยา รวมทั้งการศึกษาในห้องทดลองและการศึกษาในภาคสนามอีกด้วย โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธีการ คือ

1. Numerical taxonomy เป็นการศึกษาโดยการนำเทคนิคทางสถิติมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตเช่นลักษณะสัณฐานวิทยา ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ ลักษณะนิเวศวิทยา เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการใช้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative character) และข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative character) ในการวิเคราะห์

2. Chemical taxonomy เป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน

ในการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของงูโคดำในประเทศไทยนั้น เลือกใช้วิธี numerical taxonomy ซึ่งมีการตีพิมพ์ในหนังสือ principles of numerical taxonomy ในปี ค.ศ. 1963 โดย P.H.A. Sneath และ R.R. Sokal ซึ่งเขาได้กล่าวถึง numerical taxonomy ว่าเป็นการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาจัดกลุ่มทางอนุกรมวิธานบนพื้นฐานของสถานะของหน่วยอนุกรมวิธานนั้นๆ รวมทั้งการหาความสัมพันธ์ทางสายพันธุ์อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Jones และ Luchsinger (1987) ซึ่งกล่าวว่า numerical taxonomy เป็นการศึกษาความหมายของลักษณะต่างๆทางอนุกรมวิธานให้เป็นข้อมูลเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ได้

นอกจากนี้ Sneath และ Sokal (1973) ยังได้อธิบายถึงข้อดีของการใช้วิธีการ numerical taxonomy ในการแก้ปัญหาทางอนุกรมวิธานอีกด้วย สรุปได้ดังนี้

1. สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาหลายๆด้านมาใช้ในการศึกษานุกรมวิธานได้ เช่น ด้านสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา เคมี รวมทั้งลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนหรือลำดับเบสของ DNA ก็ได้

2.เป็นวิธีการศึกษาที่ใช้เทคนิคอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นผู้ที่
ไม่มีความชำนาญด้านอนุกรมวิธานมากนักก็สามารถศึกษาและนำไปใช้งานได้

3.การกำหนดสถานะของลักษณะต่างๆเป็นตัวเลขทำให้สามารถ
วิเคราะห์ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ และนำไปใช้ในการสร้างคำบรรยายและรูปวิธานได้

4.การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณช่วยให้จัดจำแนกหน่วยทางอนุกรม
วิธานได้ชัดเจนและสามารถตรวจสอบได้

5.ช่วยให้เกิดความคิดใหม่ๆในการแปลผลทางด้านอนุกรมวิธานและ
สามารถแก้ปัญหาทางด้านชีววิทยาและวิวัฒนาการได้

การศึกษาด้าน numerical taxonomy เพื่อจัดจำแนกหน่วยทางอนุกรมวิธาน
ในปัจจุบันนั้นนิยมใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (multivariate analysis) ซึ่งมี
อยู่หลายวิธี สำหรับการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของชนิดใดนั้น เลือกใช้ 3 วิธี คือ

1. การวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis)
2. การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis)
3. การวิเคราะห์จัดจำแนก (discriminant analysis)

ซึ่งมีหลักการสำคัญโดยสรุปดังนี้

การวิเคราะห์ปัจจัย เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรโดย
การสร้างกลุ่มตัวแปรใหม่จากกลุ่มตัวแปรเดิมหลายๆตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด
(Norusis, 1985)หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการลดจำนวนข้อมูลให้น้อยลง
เพื่อให้อยู่ในสภาพที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและจัดการกับข้อมูลได้ง่ายขึ้นด้วย (สุชาติ ประสิทธิ์
รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533)

วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์ปัจจัย คือ

- 1.เพื่อลดจำนวนตัวแปรให้อยู่รวมกันเป็นปัจจัย(factor)และสามารถ
นำตัวแปรใหม่ที่เป็นปัจจัยนั้นไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกได้
- 2.เพื่อศึกษารูปแบบการรวมกลุ่มของตัวแปรแต่ละปัจจัยและหาหน้า
หน้าของตัวแปรแต่ละตัวแปรในแต่ละปัจจัยได้
- 3.เพื่อแก้ไขปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ในการวิเคราะห์ปัจจัยนั้นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 1.การสร้างเมตริกความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรทุกตัว
(correlation matrix) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรซึ่งก็คือความสัมพันธ์
แบบง่ายนั่นเอง (simple correlation) ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปร

ใดมากนักน้อยเพียงใดและช่วยให้ตัดสินใจได้ว่าควรตัดตัวแปรใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นน้อยมากออกไป เพื่อให้มีปัจจัยน้อยลงและสามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลได้ดีขึ้น

2. การสกัดปัจจัย (factor extraction) เป็นการวิเคราะห์หาความร่วมกัน (communality) ระหว่างตัวแปรแต่ละตัว เพื่อนำมาสร้างเป็นปัจจัยจนสามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลจากตัวแปรได้ครบ ซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีองค์ประกอบหลัก (principal component method) วิธีแกนหลัก (principal axis factoring) วิธีความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood) เป็นต้น

3. การหมุนแกนปัจจัย (factor rotation) เป็นการทำให้ปัจจัยมีความหมายเด่นชัดขึ้นและง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งมีอยู่ 2 แนวทางคือ

3.1 การหมุนแบบมุมฉาก (orthogonal rotation) เพื่อให้ปัจจัยที่สกัดได้จากการวิเคราะห์ไม่มีความสัมพันธ์กัน มีอยู่หลายวิธีเช่น varimax, quartimax, equamax เป็นต้น

3.2 การหมุนแบบมุมแหลม (oblique rotation) เพื่อให้ปัจจัยที่สกัดได้จากการวิเคราะห์มีความสัมพันธ์กัน

4. การสร้างคะแนนปัจจัย (factor score) มีหลายวิธีเช่นวิธีการวิเคราะห์ถดถอย (regression) วิธีบาร์ทเลทท์ (bartlett) เป็นต้น คะแนนปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปตรวจสอบดูการกระจายของตัวแปรต่างๆ ได้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยซึ่งนิยมนำมาใช้ในการอธิบายความหมายของข้อมูล ได้แก่

1. ค่าไอเกน (eigenvalue) เป็นค่าที่แสดงความแปรปรวนของข้อมูลที่สามารถอธิบายได้โดยปัจจัยแต่ละปัจจัยค่าไอเกนค่าแรกจะมีค่ามากที่สุดและเป็นค่าแสดงความแปรปรวนที่ปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายได้ ส่วนค่าไอเกนลำดับถัดมาก็จะมีค่ารองลงมาตามลำดับและเป็นค่าแสดงความแปรปรวนที่ปัจจัยลำดับถัดมาสามารถอธิบายได้หลังจากตัดความแปรปรวนที่ปัจจัยแรกอธิบายได้ออกไปแล้ว ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าไอเกนมาพิจารณาคัดเลือกปัจจัยที่ไม่สำคัญออกไป โดยกำหนดว่าปัจจัยใดที่มีค่าไอเกนน้อยกว่า 1 แสดงว่าอธิบายความแปรปรวนได้ไม่ดีไม่ควรนำมาพิจารณา

2. ค่า communality เป็นค่าแสดงความสัมพันธ์กันหรือแสดงลักษณะที่มีความร่วมกันจึงจัดให้เป็นปัจจัยเดียวกัน ซึ่งทำให้ปัจจัยนั้นมีความหมายมากขึ้น

การวิเคราะห์จัดกลุ่ม เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการจัดสิ่งที่มีความคล้ายกันหรือมีความสัมพันธ์กันเข้ารวมเป็นกลุ่มเดียวกันซึ่งโดยมากจะใช้วิธีการวัดความห่างกัน (distance) หรือดูจากความคล้ายกัน (similarity) ก็ได้ โดยไม่ทราบความเป็นสมาชิกของกลุ่มมาก่อน

วิธีการวัดความห่างมีอยู่หลายวิธีเช่นการวัดความห่างยูคลิดกำลังสอง (squared euclidean distances) ความห่างยูคลิด (euclidean distance) บล็อก (city-block หรือ manhattan distances) เป็นต้น สำหรับการสร้างกลุ่มนั้นนิยมใช้วิธีการวิเคราะห์จัดเชิงชั้น (hierarchical cluster analysis) ซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มโดยเฉลี่ย (average linkage between group method) หรืออาจเรียกว่าวิธีการจับคู่กลุ่มไม่ปรับน้ำหนักโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (unweighted pairgroup method using arithmetic averages: UPGMA), วิธีการของวอร์ด (Ward's method), วิธีการศูนย์กลางกลุ่ม (centroid clustering: UPGMC) เป็นต้น

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มอาจแสดงในรูปเดนโดแกรม (dendrogram) ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงการรวมกลุ่มของค่าสังเกตแต่ละค่าเข้าเป็นกลุ่มๆโดยมีค่าระยะห่างเปรียบเทียบว่าค่าสังเกตแต่ละค่ามีความเหมือนกันมากน้อยเท่าใดถ้ามีค่าระยะห่างน้อยแสดงว่ามีความเหมือนหรือคล้ายกันมาก บางครั้งอาจเสนอในรูปจตุรียอยแนวตั้ง (vertical icicle) หรือจตุรียอยแนวนอน (horizontal icicle) ซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงการรวมกลุ่มในแต่ละขั้นตอนได้

การวิเคราะห์จัดจำแนก เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการจำแนกประเภทเมื่อทราบความเป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มแล้วโดยใช้ตัวแปรที่มีความสำคัญในการจำแนกกลุ่มจัดกลุ่มประชากรตามลักษณะของตัวแปรนั้นและมีการระบุความเป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มได้ถูกต้อง โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการวิเคราะห์แบบขั้นตอน (stepwise method) ซึ่งเป็นการทดสอบที่คัดเอาเฉพาะตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการจำแนกเท่านั้น เข้ามาในสมการจัดจำแนก

วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์จัดจำแนก คือ

1. เพื่อระบุว่าลักษณะใดเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนก หรือมีบทบาทในการบอกความเป็นสมาชิกของกลุ่มได้

2. เพื่อประเมินความถูกต้องของการจัดประชากรเข้ากลุ่มตามลักษณะที่วัด โดยการระบุความเป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มได้อย่างถูกต้อง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกซึ่งนิยมนำมาใช้ในการอธิบายความหมายของข้อมูล ได้แก่

1. ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นคะแนนมาตรฐาน เป็นค่าที่บอกน้ำหนักของตัวแปรนั้นๆ ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม

2. ค่าไอเกนเป็นค่าที่บอกความสามารถในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรทั้งหมด ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าอธิบายความผันแปรของตัวแปรได้มากสมการนั้นเหมาะที่จะใช้ในการจำแนกประชากรซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความแปรผันระหว่างประชากรมากกว่าความแปรผันภายในประชากร

3.ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (canonical correlation) เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละกลุ่มกับสมการแต่ละสมการ ถ้ามีค่ามากแสดงว่าสมการนั้นใช้ในการจำแนกประชากรได้ดีหรือถ้าค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองแล้วมีค่าสูงแสดงว่าสมการนั้นใช้ในการทำนายกลุ่มได้ดีนั่นเอง

4.ค่าวิลค์แลมดา (Wilk's lamda) เป็นค่าที่ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้จากสมการจัดจำแนก ถ้าค่าวิลค์แลมดามีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าสมการนั้นมีความแปรผันระหว่างกลุ่มประชากรมากกว่าภายในกลุ่มประชากร แต่ถ้าค่าวิลค์แลมดามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีเฉพาะความแปรผันภายในกลุ่มประชากรเท่านั้น

5.ค่าไคสแควร์ (chi-square) เป็นค่าที่บอกความแตกต่างระหว่างกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ถ้าค่าไคสแควร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่น $P < 0.05$ แสดงว่ามีความแปรผันภายในกลุ่มน้อยมาก แต่มีความแปรผันระหว่างกลุ่มสูงมาก

อย่างไรก็ตามในการพิจารณาค่าสถิติของสมการจัดจำแนกนั้นต้องพิจารณาหลายๆค่าประกอบกัน กล่าวคือสมการใดที่มีค่าไอเกนและค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลสูง แต่มีค่าวิลค์แลมดาต่ำและค่าไคสแควร์มีนัยสำคัญ แสดงว่าสมการนั้นใช้ทำนายกลุ่มประชากรได้ดีและเมื่อทดสอบโดยการหาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากร ถ้าพบว่ามีค่าสูงก็แสดงว่าสมการนี้มีอำนาจการจัดจำแนกสูง ถ้าสมการนั้นมีค่าไอเกนและค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลต่ำแต่มีค่าวิลค์แลมดาสูงแม้ค่าไคสแควร์จะมีนัยสำคัญก็ไม่ควรนำมาใช้ในการทำนายกลุ่มเพราะสมการนี้มีอำนาจการจัดจำแนกต่ำอาจทำให้มีการทำนายกลุ่มผิดได้

วัตถุประสงค์

ในการศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำในประเทศไทยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำและคัดเลือกลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมาใช้ในการสร้างรูปวิธานจัดจำแนกชงโคดำในประเทศไทยรวมทั้งการศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำกับชงโค (*B. purpurea* L.) และกาหลง (*B. acuminata* L.) เพื่อใช้ในการกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำพันธุ์ต่างๆในประเทศไทย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความแปรผันของพืชในธรรมชาติอาจเกิดจากสภาพแวดล้อม(environment variation) พันธุกรรม (genetic variation) หรือพัฒนาการของพืชเอง (development variation) ก็ได้ อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความหลากหลายและความซับซ้อนของพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ซึ่งนอกจากจะเป็นพื้นฐานของวิวัฒนาการแล้วยังอาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดกลุ่มหรือการจำแนกชนิดของพืชได้ (Jones และ Luchsinger, 1987) นักชีววิทยาจึงได้นำวิธีการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานมาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานโดยใช้ข้อมูลทั้งทางด้านสัณฐานวิทยา (morphology) ด้านกายวิภาคศาสตร์ (anatomy) เซลล์วิทยา (cytology) พันธุศาสตร์ (genetics) เรณูวิทยา (palynology) สรีรวิทยา (physiology) นิเวศวิทยา (ecology) บรรพพฤกษวิทยา (palaeobotany) และองค์ประกอบทางเคมี (chemosystematics) มาประมวลผลด้วยวิธีการทางสถิติทำให้สามารถจัดจำแนกหรือกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตได้

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานมาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตอย่างแพร่หลาย สรุปได้ดังนี้

ปรีชา ประเทพา (2533) ศึกษาวิเคราะห์พันธุศาสตร์ของถั่วแปบช้าง (*Afgekia sericea* Craib) และกันภัย (*Afgekia mahidolae* Burt & Chermisrivattana) เพื่อหาความสัมพันธ์ด้านวิวัฒนาการของพืชทั้งสองชนิดนี้โดยการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการและลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์ พบว่าสามารถใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา 16 ลักษณะในการจัดจำแนกพืชทั้งสองชนิดนี้ได้ โดยข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาและด้านเซลล์พันธุศาสตร์แสดงให้เห็นว่าพืชสองชนิดนี้มีสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้เคียงกัน ส่วนข้อมูลด้านสรีรวิทยาแสดงให้เห็นว่าในอดีตพืชทั้งสองชนิดนี้ได้ผ่านการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละถิ่นอาศัยมาแล้ว

ต่อศักดิ์ สีลันนท์ (2535) ทำการศึกษาไบโอซิสเทมาติกส์ของโคลงเคลงขน (*Melastoma villosum* Lodd. ในประเทศไทยโดยใช้วิธี numerical taxonomy ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของลำต้น ใบ ดอก เรณู และเมล็ด ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าความแปรผันภายในประชากรและระหว่างประชากร

โคลงเคลงชนซึ่งพบกระจายอยู่ในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยยังไม่มากพอที่จะแยกประชากรโคลงเคลงชนเป็นระดับต่ำกว่าชนิดหรือเป็นชนิดใหม่ได้ ส่วนการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase กับ esterase ของประชากรโคลงเคลงชน พบว่ามีความแปรผันทางพันธุกรรมภายในประชากรเดียวกันมาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการผสมข้ามประชากรโดยแมลง ทำให้ความแปรผันระหว่างประชากรน้อยลง

รสริน พลวัฒน์ (2539) ศึกษาไปโอซิสเทมาติกส์ของประชากรเฟิร์นลั่นทม *Pyrrosia eberhardtii* (Christ) Ching ในประเทศไทย โดยใช้วิธี numerical taxonomy ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ลำต้น สกел ลักษณะกายวิภาคของใบ ลำต้นและโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนก พบว่าความแปรผันภายในและระหว่างประชากรเฟิร์นลั่นทมยังไม่มากพอที่จะแยกเฟิร์นชนิดนี้ออกเป็นระดับต่ำกว่าชนิดหรือชนิดใหม่ได้

Hanks และ Fryxell (1979) พบว่า *Herissantia tiubae* มีลักษณะสัณฐานวิทยาเหมือนพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกัน แต่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพืชในสกุล *Gaya* คือ $2n = 12$ ทั้งๆที่พืชในสกุล *Herissantia* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 14$ จึงเกิดปัญหาว่าควรจัดพืชชนิดนี้ไว้ในสกุลใด เมื่อนำลักษณะเรณู 9 ลักษณะจากพืชทั้ง 2 สกุล จำนวน 10 ชนิด มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มก็พบว่า *H. tiubae* มีความใกล้ชิดกับพืชในสกุลเดียวกันมากกว่า จึงสรุปให้พืชชนิดนี้อยู่ในสกุลเดิม

Robbins, Dickinson และ Rhodes (1979) ศึกษาลักษณะเรณูของพืชในสกุล *Ambrosia* โดยใช้ลักษณะ 6 ลักษณะ ซึ่งได้จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าสามารถทำนายกลุ่มประชากรของเรณูจากสมการได้และนำสมการมาทำนายกลุ่มประชากรของเรณูที่ได้จากตัวอย่างแห้งได้ถูกต้อง จึงสรุปได้ว่าสามารถใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูตรวจหาชนิดของพืชสกุลนี้ได้

Doebley และ Iltis (1980) พบว่าการใช้ลักษณะดอกเพศเมียเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพืชสกุล *Zea* จำนวน 4 ชนิดนั้น มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายถ้ามีการปรับปรุงพันธุ์ เขาจึงใช้ลักษณะของดอกเพศผู้ 10 ลักษณะมาศึกษาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าสามารถแบ่งพืชสกุลนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีหน่วยอนุกรมวิธานเป็น section

Reynold และ Crawford (1980) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มตรวจสอบความแปรผันของพืชชนิดซับซ้อนคือ *Chenopodium atrovirens.-desiccatum.-pratericola*

โดยใช้ลักษณะ 14 ลักษณะ พบว่าพืชชนิดนี้มีอยู่ 3 กลุ่มและไม่สามารถใช้ลักษณะเพียงลักษณะเดียวแยกพืช 3 ชนิดนี้ออกจากกันได้ แต่ถ้าใช้ลักษณะมากกว่า 2 ลักษณะประกอบกับการกระจายพันธุ์ของแต่ละชนิดก็จะสามารถระบุชนิดได้

Small, Crompton และ Brookes (1981) ศึกษาอนุกรมวิธานของพืชวงศ์ Leguminosae Tribe Trigonelleae โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มพบว่าพืชกลุ่มย่อย *Medicago*, *Melilotus* และ *Trigonella* มีความสัมพันธ์กันแต่ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างเด่นชัด เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าการจัดพืชทั้งสามกลุ่มนี้อยู่ในสกุลเดียวกัน ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาพบว่าลักษณะสำคัญที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มคือลักษณะก้านชูเกสรเพศผู้ลักษณะกลีบดอกและลักษณะการเชื่อมกันของ staminal lobe ทำให้มีการจัดจำแนกพืช tribe นี้ ออกเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ *Medicago*, *Factorovskya* และ *Trigonella* sect.

Bucerates

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ *Melilotus* และ *Trigonella* sect. *Trigonella*

Baum (1983) ศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุล *Hordeum* 5 ชนิด โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ *H. spontaneum*, *H. districhum* และ *H. vulgare*

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ *H. agriocrithon*

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ *H. lagunculiforme*

Baum และ Bailey (1983) ศึกษาความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชสกุล *Hordeum* 2 ชนิด คือ *H. vulgare sensu lato* และ *H. spontaneum* C. Koch โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนก พบว่าแม้ลักษณะสัณฐานวิทยาของ *H. spontaneum* จะมีความแปรผันสูงแต่ก็ยังไม่มากพอที่จะจัดรวมเป็นชนิดเดียวกับ *H. vulgare* หรือเป็นระดับต่ำกว่าชนิดได้

Baum และ Bailey (1984) ศึกษาพืชสกุล *Hordeum* ใน section *Horduastrum* โดยใช้เทคนิค linear discriminant analysis, canonical analysis of discriminant และ nearest neighbor discriminant analysis วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาพบว่าสามารถจัดจำแนกพืชกลุ่มนี้ออกเป็น 5 ชนิด คือ *H. marinum sensu stricto*, *H. geniculatum* All., *H. glaucum* Steudel, *H. murinum sensu stricto* และ *H. leporinum* Link.

Standley (1987) ใช้เทคนิคทาง numerical taxonomy มาวิเคราะห์จัดกลุ่มพืชที่มีความซับซ้อนในทวีปอเมริกาเหนือ 2 ชนิด คือ *Carex lenticularis* Michx กับ *C. nigra* (Linn.) Reich ซึ่งเดิมเข้าใจว่ามีอยู่ 5 varieties และ 2 varieties ตามลำดับ โดยใช้ลักษณะ 44 ลักษณะ จาก 101 ตัวอย่างของ *C. lenticularis* Michx และ 89 ตัวอย่างของ *C. nigra* (Linn.) Reich พบว่าไม่มีกลุ่มย่อยในพืชทั้งสองชนิดนี้

Heard และ Semple (1988) ได้ตรวจสอบสถานะหน่วยทางอนุกรมวิธานของ *Solidago rigida* Linn. ซึ่งเป็นพืชที่มีความซับซ้อนเนื่องจากการกระจายพันธุ์กว้างขวางในอเมริกา ทำให้มีลักษณะแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ พบว่าเมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยา 18 ลักษณะจากตัวอย่างพืชทั้งหมดมาวิเคราะห์จัดกลุ่ม สามารถแบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ไม่มีขนปกคลุม involucre scale กับกลุ่ม B มีขนปกคลุม involucre scale โดยกลุ่ม B ยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย B1 ซึ่งมีขนปกคลุมหนาแน่นกับกลุ่มย่อย B2 ซึ่งมีขนปกคลุมประปรายเมื่อนำข้อมูลเดิมมาวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่ามีความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการมากกว่า 95% แสดงให้เห็นว่าพืชทั้ง 3 กลุ่มแม้จะแยกกันเป็นคณะหน่วยอนุกรมวิธานแต่ก็มีความใกล้ชิดกันอยู่ และเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับการกระจายพันธุ์ก็ตัดสินได้ว่าพืช 3 กลุ่มนี้อยู่ใน species เดียวกันแต่ต่าง subspecies กัน

Menadue และ Growden (1988) พบว่าไม่สามารถใช้รูปวิธานจำแนก *Ranunculus decurvus* (Hook f.) Melville และ *R. concinnus* (Hook f.) Melville ในธรรมชาติได้ว่าเป็นชนิดใด จึงได้ตรวจสอบสถานะของพืช 2 ชนิดนี้ โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา 43 ลักษณะมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกและการวิเคราะห์จัดกลุ่ม พบว่าทุกค่าสังเกตรวมกันเป็น 1 กลุ่ม แสดงว่าเป็นพืชชนิดเดียวกันจึงใช้ชื่อ *R. decurvus* (Hook f.) Melville เพียงชื่อเดียวตามหลัก priority

Downie และ McNeill (1990) ได้ใช้เทคนิค principal component analysis (PCA) และการวิเคราะห์จัดกลุ่มตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชชนิดซับซ้อน *Euphrasia randii* Reeks โดยใช้ 13 ลักษณะ จากพืช 291 ต้น 59 ประชากร พบว่าไม่สามารถกำหนดกลุ่มย่อยในพืชชนิดนี้ได้ แสดงว่าพืชชนิดนี้มีเพียงชนิดเดียว

Semple, Chmielewski และ Brammal (1990) พบว่า *Solidago nemoralis* Aiton ซึ่งพบกระจายอยู่ทางภาคตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือมีจำนวนโครโมโซม $2n = 18$ และ 36 ในขณะที่พวกซึ่งกระจายอยู่ทางภาคกลางมีจำนวนโครโมโซม $2n = 36$ จึงได้ใช้ numerical taxonomy มาศึกษาความซับซ้อนของพืชชนิดนี้ โดยใช้ 11 ลักษณะของตัวอย่าง

พืชมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มและเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกสรุปได้ว่าพืชชนิดนี้มี 2 subspecies เนื่องจากการกระจายพันธุ์ต่างพื้นที่กัน

Labrecque และ Brouillet (1995) ศึกษาแหล่งที่อยู่ การแพร่กระจาย และสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชชนิดซับซ้อน *Aster novibelgii* L. ในรัฐ Québec โดยใช้เทคนิค principal component analysis และ discriminant analysis พบว่าสามารถจัดจำแนกพืชชนิดนี้ออกจาก *A. puniceus* และ *A. anticostensis* ได้อย่างเด่นชัด และยังสามารถจำแนกพืชชนิดนี้ในระดับต่ำกว่าชนิดเป็น 2 varieties คือ *A. novi-belgii* var. *crenifolus* ซึ่งพบบริเวณชายฝั่งของคาบสมุทร Gaspé กับ *A. novi-belgii* var. *villicaulis* ซึ่งพบบริเวณแม่น้ำ Saint-Jean และ Restigouche

Giussani, Martinez และ Collantes (1996) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาที่แปรผันตามสิ่งแวดล้อมของพืชสกุล *Poa* 4 ชนิด คือ *Poa rigidifolia* Steud., *P. ibari* Phil., *P. dusenii* Hack. และ *P. spicaeformis* (Steud.) Hauman et Parodi ในประเทศอาร์เจนตินาโดยใช้การวิเคราะห์ด้าน numerical taxonomy ของลักษณะต่างๆของพืชสกุลนี้ 48 ลักษณะ พบว่าควรจัดพืชทั้ง 4 ชนิดนี้ไว้ในกลุ่มเดียวกันคือ *P. rigidifolia* complex

Vogler, Peretz และ Stephenson (1999) ศึกษาความแปรผันของลักษณะฟิโนไทป์ของดอก *Campanula rapunculoides* (Campanulaceae) เนื่องจากอิทธิพลของจีโนไทป์และสิ่งแวดล้อมพบว่าช่วงเวลาของการออกดอกและขนาดเรณูไม่มีความแปรผันที่เด่นชัด

นอกจากนี้ยังพบว่ามีการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของสิ่งมีชีวิตแล้วใช้ข้อมูลแบบแผนไอโซไซม์มาตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชได้อีกด้วยทั้งนี้เพราะไอโซไซม์สามารถแสดงความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรมได้ดังนั้นการจำแนกพันธุ์พืชโดยการเปรียบเทียบแบบแผนไอโซไซม์จึงถือว่าเป็นเทคนิคที่มีศักยภาพสูง (Tanksley และ Orton, 1983) และมีการนำมาใช้ในการกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชชนิดที่มีความซับซ้อนหรือพืชที่มีปัญหาในการจัดจำแนกได้ดังนี้

Bassiri และ Rouhani (1976) สามารถใช้แบบแผนไอโซไซม์ peroxidase และ esterase จำแนกความแตกต่างของถั่วปากอ้า (*Vicia* sp.) ได้ถึง 36 พันธุ์ โดยมีเพียง 4 พันธุ์เท่านั้นที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

Torres, Soost และ Diedenhofen (1978) พบว่าสามารถใช้ข้อมูลจากไซโมแกรมของไอโซไซม์ 3 ระบบ ในการจำแนกพืชสกุล *Citrus* ที่เกิดจากการผสมระหว่างต้นพ่อต้นแม่ออกจากพืชต้นที่เกิดจากเนื้อเยื่อนิวเคลลัสได้

Oliver และ Rejon (1980) ทดลองเปรียบเทียบไอโซไซม์ esterase จากใบดอก และเมล็ดของ *Muscari atlanticum* (Linn.) Miller ซึ่งเป็นเตตราพลอยด์ (4X) เพนตาพลอยด์ (5X) และเฮกซาพลอยด์ (6X) พบว่าสามารถจำแนกต้น 4X ออกจากต้น 5X และ 6X ได้ โดยใช้ไซโมแกรมของดอกและเมล็ด แต่ไม่สามารถแยกต้น 5X ออกจากต้น 6X ได้ ไม่ว่าจะใช้ไซโมแกรมของใบ ดอก หรือเมล็ดก็ตาม

Quiros (1980) พบว่าสามารถใช้ไซโมแกรมของ esterase, peroxidase และ acid phosphatase ตรวจสอบต้นพันธุ์ใหม่ของ *Medicago sativa* Linn. ว่ามีพันธุกรรมเหมือนต้นพันธุ์เดิมที่ตายไปแล้วหรือไม่

Sharitz และคณะ (1980) ศึกษาไซโมแกรม 10 ระบบ เพื่อจำกัดขอบเขตของพืชสกุล *Typha* 4 ชนิด ซึ่งมีความแปรผันค่อนข้างสูง พบว่าสามารถใช้บอกความใกล้ชิดและตรวจหาข้อผิดพลาดได้ ในกรณีที่ใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาหาข้อไม่ได้

Green และคณะ (1981) พบว่าสามารถใช้ไอโซไซม์ ADP glucose pyrophosphorylase และ/หรือ UDP glucose pyrophosphorylase จำแนก *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze จำนวน 28 clone ออกเป็น 2 กลุ่มคือ blue green *S. secundatum* และ yellow green *S. secundatum* และใช้ไอโซไซม์ระบบ alcohol dehydrogenase และ acid phosphatase จำแนก clone ของกลุ่มย่อยทั้งสองนี้ได้

Ruiz และ Maribona (1983) พบว่าสามารถใช้แบบแผนไอโซไซม์ peroxidase เพียงชนิดเดียว ก็สามารถจำแนกพันธุ์ย่อยที่ปลูกเป็นการค้าได้ถึง 59 พันธุ์

Wolff และ Jefferies (1987) ได้ตรวจสอบสถานะของ *Salicornia europaea* Linn. ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีทั้งที่เป็นดิพลอยด์และเตตราพลอยด์ จึงตรวจสอบข้อได้ยากเพราะดอกมีการลดรูปลงไปมากพบว่าเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยกำหนดกลุ่มจากการกระจายพันธุ์และระดับ ploidy หรือกำหนดกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากไซโมแกรมของไอโซไซม์ สามารถจำแนกพืชชนิดนี้ออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่ม

เตตราพลอยด์ที่อยู่บริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก กลุ่มดิพลอยด์ที่อยู่บริเวณฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและอ่าวเจมส์ และกลุ่มดิพลอยด์ที่อยู่บริเวณอ่าวฮัดสัน

Aly และคณะ (1992) สามารถใช้ไอโซไซม์ phosphoglucomutase ในการพิสูจน์ somatic embryo จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้น walnut ว่าเจริญมาจากเนื้อเยื่อของออวูลหรือจากเนื้อเยื่อของต้นแม่

Cousineau และ Donnelly (1992) พบว่าสามารถใช้แบบแผนไอโซไซม์ 6 ชนิดคือ isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase, phosphoglucoisomerase, phosphoglucomutase, shikimate dehydrogenase และ triose-phosphate isomerase ในการจำแนกพันธุ์ของ raspberry ได้

Reyes และ Collins (1992) ศึกษาความแตกต่างของไอโซไซม์มันเทศชนิดต่างๆพบว่าเอนไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase, shikimate dehydrogenase, malate dehydrogenase, menadione reductase, phosphogluco isomerase และ phosphoglucomutase มีแบบแผนแตกต่างกันใช้ในการจำแนกชนิดของมันเทศได้แต่เอนไซม์ catalase ให้แบบแผนเหมือนกัน จึงนำมาใช้ในการจัดจำแนกไม่ได้

Werner (1992) พบว่าการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ catalase ของห่อพันธุ์ต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการถ่ายทอดลักษณะสู่ลูกหลาน สามารถใช้ในการติดตามประวัติพันธุ์ห่อได้

Warren (1994) พบว่าสามารถใช้แบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase, phosphoglucoisomerase และ isocitrate dehydrogenase ในการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของโกโก้ในประเทศเปรูได้

Case, Mlodozeniec, Wallace และ Weldy (1998) ศึกษาสถานะทางอนุกรมวิธานของกล้วยไม้ *Cypripedium kentuckiense* (Orchidaceae) ซึ่งพบน้อยมากในรัฐ Arkansas โดยการตรวจสอบแบบแผนไอโซไซม์ของ *C. kentuckiense* 8 ประชากร เปรียบเทียบกับ *C. parviflorum* var. *pubescens* 14 ประชากร ซึ่งเป็นกล้วยไม้ที่พบแพร่กระจายทั่วไป พบว่าพืช 2 ชนิดนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามพบว่า *C. kentuckiense* มีรูปแบบอัลลีลและจีโนไทป์ที่แน่นอน จึงสรุปว่าเป็น distinct species ซึ่งอาจมีวิวัฒนาการมาจาก *C. parviflorum*

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ในภาคสนาม

- 1.1 แผงอัดพรรณไม้ ขนาด 30 x 45 ตารางเซนติเมตร
- 1.2 กระดาษหนังสือพิมพ์
- 1.3 กระดาษลูกฟูก
- 1.4 กรรไกรตัดกิ่งไม้และกรรไกรชัก
- 1.5 ถุงพลาสติกขนาด 18 x 28 ตารางเซนติเมตร
- 1.6 ขวดเก็บตัวอย่างดอง ขนาด 800 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.7 สมุดบันทึกข้อมูลพรรณไม้ในภาคสนาม
- 1.8 กระดาษแข็งสำหรับติดตัวอย่าง ขนาด 20 x 35 ตารางเซนติเมตร
- 1.9 แผ่นป้ายหมายเลขพันธุ์ไม้
- 1.10 อัลติมิเตอร์
- 1.11 กล้องถ่ายรูป
- 1.12 ฟิล์มสี
- 1.13 แวนชยาย
- 1.14 ไม้บรรทัด
- 1.15 เทปใส
- 1.16 ยางรัด

2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งในพิพิธภัณฑ์พืช

- 2.1 นำยาอาบพันธุ์ไม้เพื่อกันแมลงและเชื้อรา ประกอบด้วย
 - 95% ethyl alcohol 1 ลิตร
 - mercuric chloride 15 กรัม

- 2.2 กาวสำหรับติดตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง ประกอบด้วย
กาวลาเท็กซ์ ต่อ กาวน้ำ อัตราส่วน 1 : 1
- 2.3 กระดาษแข็งสีขาวสำหรับติดตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง
ขนาด 30 x 42 ตารางเซนติเมตร
- 2.4 กระดาษปกสีขาว ขนาด 30 x 42 ตารางเซนติเมตร
- 2.5 กระดาษปกสีน้ำตาล ขนาด 30 x 42 ตารางเซนติเมตร
- 2.6 แผ่นป้ายบันทึกข้อมูล
- 2.7 เข็ม
- 2.8 ด้ายสีขาว
- 2.9 ถุงทราย

3. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการตรวจหา เชื้อวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

- 3.1 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ Nikon SMZ-1B
- 3.2 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง Nikon AFX 35
- 3.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด JEOL JSM-5410 LV
- 3.4 ตู้เย็น
- 3.5 เครื่องทำให้ตัวอย่างแห้ง ณ จุดวิกฤต (critical point dryer)
- 3.6 เครื่องฉาบทอง (bazer sputter coater)
- 3.7 สไลด์และกระจกปิดสไลด์
- 3.8 เข็มเย็บ
- 3.9 ไบมัดโกน
- 3.10 หลอดหยด
- 3.11 ปากคีบ
- 3.12 น้ำกลั่น
- 3.13 ethanol
- 3.14 2.5% glutaraldehyde
- 3.15 0.1 M phosphate buffer pH 7.2
- 3.16 1% OsO₄

3.17 stub

3.18 เทปใสสองหน้า

3.19 ตัวอย่างพันธุ์ไม้สดและตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง (herbarium specimen) ที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร (BK) หอพรรณไม้ ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (BKF) และพิพิธภัณฑ์พืชศาสตราจารย์กลีน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (BCU)

3.20 เอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธานที่เกี่ยวข้อง

4. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู

4.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง Nikon AFX 35

4.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด JEOL JSM-5410 LV

4.3 เครื่องปั๊มแรงเหวี่ยงสูง Microcen 13

4.4 ตู้อบ

4.5 เครื่องฉาบทอง (bazer sputter coater)

4.6 สไลด์และกระจกปิดสไลด์

4.7 ขวดเก็บเรณู

4.8 หลอดทดลอง

4.9 บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร

4.10 หลอดหยด

4.11 ปากคีบ

4.12 เข็มเย็บ

4.13 น้ำกลั่น

4.14 เทปใสสองหน้า

4.15 stub

4.16 acetic anhydride

4.17 benzene

4.18 ethyl alcohol

4.19 glacial acetic acid

4.20 paraffin

- 4.21 10% potassium hydroxide
- 4.22 silicone oil AK 2000
- 4.23 sulfuric acid
- 4.24 xylene

5. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาไอโซไซม์

- 5.1 เครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส Mini – PROTEAN II
- 5.2 เครื่องป้อนพลังงาน Power Pac 3000
- 5.3 เครื่องชั่ง KERN
- 5.4 เครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูง Microcen 13
- 5.5 เครื่องวัด pH
- 5.6 ตู้เย็น
- 5.7 medical freezer
- 5.8 water bath
- 5.9 magnetic stirrer hotplate
- 5.10 กล้องถ่ายรูป
- 5.11 ฟิล์มสี
- 5.12 ไม้บรรทัด
- 5.13 หลอดหยด
- 5.14 หลอดฉีดยา
- 5.15 แท่งแก้วคนสาร
- 5.16 กรวยแก้ว
- 5.17 ข้อนटकสาร
- 5.18 เทอร์มอมิเตอร์
- 5.19 ถังมีอย่าง
- 5.20 กล่องพลาสติก ขนาด 11 x 11 ตารางเซนติเมตร
- 5.21 แผ่นแก้ว ขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร
- 5.22 กระดาษแก้วใส
- 5.23 โกร่งบดยา

- 5.24 ปีเปด
- 5.25 บีกเกอร์
- 5.26 หลอดทดลอง
- 5.27 nalgene filter (0.45 ไมครอน)
- 5.28 หลอด appendorf
- 5.29 acetic acid glacial
- 5.30 acetone
- 5.31 acrylamide A.R.
- 5.32 aldolase A.R.
- 5.33 3-amino-9-ethylcarbazole A.R.
- 5.34 ammonium persulfate A.R.
- 5.35 arsenic acid, sodium salt A.R.
- 5.36 L-aspartic acid A.R.
- 5.37 bromophenol blue (BPB)
- 5.38 butanol
- 5.39 calcium chloride A.R.
- 5.40 coomassie brilliant blue R-250
- 5.41 2,6-dichlorophenolindophenol A.R.
- 5.42 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5 diphenyl-tetrazolium
bromide (MTT) A.R.
- 5.43 DL- dithiothreitol (DTT) A.R.
- 5.44 ethyl alcohol
- 5.45 ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) A.R.
- 5.46 fast black K salt
- 5.47 fast blue BB salt
- 5.48 formic acid, sodium salt A.R.
- 5.49 fructose-1,6-diphosphate A.R.
- 5.50 D-fructose-6-phosphate, disodium Salt A.R.
- 5.51 glucose-1-phosphate, sodium salt A.R.
- 5.52 D-glucose-6-phosphate A.R.

- 5.53 glucose-6-phosphate dehydrogenase A.R.
- 5.54 L-glutamate, sodium salt A.R.
- 5.55 glycerol
- 5.56 glycine A.R.
- 5.57 hydrochloric acid
- 5.58 hydrogen peroxide
- 5.59 hypoxanthine A.R.
- 5.60 DL-isocitric acid A.R.
- 5.61 α -ketoglutaric acid, monosodium Salt A.R.
- 5.62 magnesium chloride A.R.
- 5.63 DL-malic acid A.R.
- 5.64 mercaptoethanol A.R.
- 5.65 N, N-methylene-bis-acrylamide (BIS) A.R.
- 5.66 β -naphthol A.R.
- 5.67 α -naphthyl acetate A.R.
- 5.68 α -naphthyl acid phosphate A.R.
- 5.69 nicotinamide adenine dinucleotide (NAD) A.R.
- 5.70 nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP) A.R.
- 5.71 nitro blue tetrazolium (NBT) A.R.
- 5.72 phenazine methosulfate (PMS) A.R.
- 5.73 6-phosphogluconic acid, sodium salt A.R.
- 5.74 polyvinylpyrrolidone (PVP) A.R.
- 5.75 potassium hydroxide
- 5.76 potassium iodide
- 5.77 potassium phosphate, dibasic A.R.
- 5.78 potassium phosphate, monobasic A.R.
- 5.79 pyridoxal-5-phosphate, monohydrate A.R.
- 5.80 riboflavin A.R.
- 5.81 sea sand
- 5.82 shikimic acid A.R.

- 5.83 sodium acetate anhydrous A.R.
- 5.84 sodium hydroxide
- 5.85 sodium phosphate, dibasic A.R.
- 5.86 sodium phosphate, monobasic A.R.
- 5.87 sucrose
- 5.88 TEMED A.R.
- 5.89 tris (hydroxymethyl) aminomethane A.R.
- 5.90 triton X-100 A.R.
- 5.91 tween 80

6. วัสดุอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิค numerical taxonomy

- 6.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ Belta XJ700T
- 6.2 ชุดโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS 7.5 for Windows
- 6.3 micro floppy diskette 1.44 MB
- 6.4 สมุดบันทึกข้อมูล
- 6.5 ไม้บรรทัด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาภาคสนาม

1.1 การกำหนดพื้นที่สำหรับเก็บตัวอย่าง

ศึกษาค้นหาแหล่งที่อยู่ของชงโคดำในประเทศไทยจากหนังสือ Flora of Thailand volume 4 part 1 และจากตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งซึ่งเก็บรวบรวมไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชในประเทศไทย ดังนี้

- พิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร (BK)
- หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF)
- พิพิธภัณฑ์พืชศาสตราจารย์กลิน สวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (BCU)

สำรวจชนิด ปริมาณ การกระจายพันธุ์และแหล่งที่อยู่ของชงโคดำจากการศึกษาข้อมูลทั่วประเทศไทย แล้วกำหนดแหล่งเก็บตัวอย่างชงโคดำให้ครบทุกพันธุ์ (variety) รวมทั้งกำหนดแหล่งเก็บตัวอย่างประชากรชงโค (*B. purpurea*) และกาหลง (*B. acuminata*) เพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธาน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แหล่งเก็บตัวอย่างชงโคดำ ชงโค และกาหลงในประเทศไทย

ประชากรที่	ชนิดพืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง
1	<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	อ.บ่อไร่ จ.ตราด
2	<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	อ.วังจันทร์ จ.ระยอง
3	<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี
4	<i>B. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>	อ.นบพิตำ จ.นครศรีธรรมราช
5	<i>B. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>	อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี
6	<i>B. pottsii</i> var. <i>mollissima</i>	อ.นาโยง จ.ตรัง
7	<i>B. pottsii</i> var. <i>mollissima</i>	อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา
8	<i>B. pottsii</i> var. <i>velutina</i>	อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร
9	<i>B. pottsii</i> var. <i>velutina</i>	อ.เมือง จ.ระนอง
10	<i>B. purpurea</i>	คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11	<i>B. acuminata</i>	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การกระจายพันธุ์

แหล่งเก็บตัวอย่าง



Bauhinia pottsii var. *pottsii*



Bauhinia pottsii var. *subsessilis*



Bauhinia pottsii var. *mollissima*



Bauhinia pottsii var. *velutina*



แผนภาพที่ 3.1 แสดงการกระจายพันธุ์และแหล่งเก็บตัวอย่างประชากรชงโคดำในประเทศไทย

1.2 การเก็บตัวอย่าง

1.2.1 เก็บกิ่งชงโคดำ ชงโคและกาหลงที่มีใบและดอกสมบูรณ์ประชากรละ 3 กิ่ง นำมาอัดในแผงอัดพรรณไม้พร้อมติดป้ายบอกรายละเอียดของตัวอย่าง เพื่อนำไปทำตัวอย่างแห้ง เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชศาสตราจารย์กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.2 เก็บใบที่สมบูรณ์ลำดับที่ 3 นับจากปลายกิ่งของชงโคดำ ชงโคและกาหลง จำนวน 1 ใบ ต่อ 1 กิ่ง รวมทั้งสิ้น 50 ใบต่อประชากรแต่ละประชากรที่ศึกษา เก็บดอกที่บานเต็มที่และดอกตูมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในช่อดอกนั้นอย่างละ 1 ดอก ต่อ 1 ช่อดอก ต่อ 1 กิ่ง รวมทั้งสิ้น อย่างละ 50 ดอกต่อประชากรแต่ละประชากรที่ศึกษาและเก็บฝักที่แก่เต็มที่ 1 ฝัก ต่อ 1 กิ่งรวมทั้งสิ้น 50 ฝักต่อประชากรแต่ละประชากรที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและการศึกษาด้าน numerical taxonomy

1.2.3 ดัดกิ่งชงโคดำที่มีขนาดเหมาะสม จำนวน 50 กิ่ง ต่อประชากรแต่ละประชากรที่ศึกษา นำมาปักชำในกระถางที่เรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อนำใบอ่อนที่เกิดจากกิ่งปักชำมาใช้ในการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์

1.2.4 เก็บดอกชงโคดำ ชงโค และกาหลงที่เริ่มบานเพียงเล็กน้อย จำนวน 30 ดอกจากแต่ละประชากรที่ศึกษา นำมาฝีงลมให้แห้งแล้วแยกเฉพาะส่วนอับเรณูใส่ซองกระดาษและตากให้แห้งเพื่อนำมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู

2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

2.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ และดอกของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

2.1.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

นำตัวอย่างชงโคดำ ชงโค และกาหลงที่มีใบและดอกสมบูรณ์ทั้งที่เก็บใหม่ๆ และตัวอย่างที่อัดแห้งไว้ทุกประการ มาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก ฝักและเมล็ด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อพื้นเมือง การกระจายพันธุ์ในประเทศไทยและต่างประเทศ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ โดยตรวจสอบและเปรียบเทียบกับตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งในพิพิธภัณฑ์พืชศาสตร์จารย์กลิน สุวตะพันธุ์ พิพิธภัณฑ์พืชกรมวิชาการเกษตร หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และตรวจสอบจากเอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธาน พร้อมทั้งจัดทำคำบรรยายลักษณะอย่างละเอียด บันทึกภาพและทำรูปวิธานไว้

2.1.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

2.1.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างใบ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียของชงโคดำทุกพันธุ์ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น และ 0.1 M phosphate buffer pH 7.2 จากนั้นจึงตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดกว้างและยาว 0.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่ตัดเป็นชิ้นแล้วมาแช่ (pre-fix) ใน 2.5% glutaraldehyde ใน 0.1M phosphate buffer pH 7.2 นาน 1 ชั่วโมงในตู้เย็น อุณหภูมิ 15-20 °C แล้วล้างด้วย 0.1 M phosphate buffer pH 7.2 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที จากนั้นจึงแช่ (post-fix) ใน 1% OsO₄ ใน 0.1 M phosphate buffer pH 7.2 นาน 1 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วย phosphate buffer เหมือนเดิม 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที นำตัวอย่างที่ fix แล้วมา dehydrate ด้วย ethanol ความเข้มข้น 30%, 50%, 70%, 90% และ 100% ตามลำดับขั้นตอนละ 10 นาที จากนั้นทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤติ ด้วยเครื่อง critical point dryer ซึ่งทำให้ตัวอย่างแห้งและคงสภาพเดิมได้

2.1.2.2 การติดตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งแล้วมาติดบน stub ด้วยเทปใสสองหน้า แล้วนำมาฉาบทองคำหนา 10 nm ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ด้วยเครื่อง bazer sputter coater นานประมาณ 5 นาที จากนั้นจึงนำตัวอย่างทั้งหมดมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด JEOL JSM-5410 LV โดยใช้กำลังขยายตั้งแต่ 75 เท่า ถึง 7,500 เท่า ที่ 15 kV.

2.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ ชงโค และกาหลง

2.2.1 การเตรียมเรณู

นำอับเรณูชงโคดำ ชงโคและกาหลงจากทุกประชากรที่เก็บไว้มาเตรียมเรณูโดยวิธี acetolysis ตามแนวของโกสุม พิระมาน (2522) ดังนี้

- นำอับเรณูมาต้มใน 10% KOH จนเดือด นาน 1 นาที แล้วกรองเรณูไว้ ส่วนกากทิ้งไป
- นำสารละลายที่กรองได้มาปั่นด้วยเครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที จนเรณูตกตะกอน แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง
- เติมน้ำกลั่นล้างเรณู แล้วปั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที และรินสารละลายส่วนบนทิ้งเหมือนเดิม ทำซ้ำเช่นนี้ 3 ครั้ง
- เติม glacial acetic acid ปั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง
- เติม acetolysis mixture (ประกอบด้วย acetic anhydride : conc. sulfuric acid = 9:1) ที่เตรียมใหม่ ๆ ลงไป นำไปแช่ในน้ำเดือดนาน 1 นาที ปั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง
- เติม glacial acetic acid ปั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง
- เติมน้ำกลั่นล้างเรณู ปั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง ทำซ้ำเช่นนี้ 3 ครั้ง

- เติม 70% ethyl alcohol บั่นให้ตกตะกอนนาน 1 นาที แล้วรินสารละลายส่วนบนทิ้ง จากนั้นเติม 95% และ 100% ethyl alcohol แล้วทำซ้ำเช่นเดิมตามลำดับ
- คั่วหลอดเซนตริฟิวส์จน ethyl alcohol ระเหยหมดแล้วเติม benzene ลงไป เขย่าจนเรณูกระจายดี จึงเทเรณูใส่ขวดเก็บเรณู
- หยด silicone oil AK 2000 (Anderson, 1960) ลงไป 3-4 หยด และนำเข้าตูบที่ 50°C นาน 30 นาที แล้วปิดฝาให้สนิทเก็บไว้ศึกษาต่อไป

2.2.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

นำเรณูที่ผ่านการทำ acetolysis แล้วมาเตรียมสไลด์ถาวร ดังนี้

- ใช้เข็มเขี่ยตะกอน silicone oil ที่มีเรณูกระจายอยู่ หยดบนสไลด์ 1 หยด แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
- ใช้เข็มเขี่ยตะกอน paraffin ซึ่งชุดเป็นชิ้นเล็กๆบางๆวางไว้ที่ขอบกระจกปิดสไลด์ แล้วนำสไลด์วางบน warm plate ที่อุณหภูมิ 50°C จน paraffin ละลายแทรกเข้าไปใต้กระจกปิดสไลด์จนเต็ม จึงนำสไลด์ออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจน paraffin แข็งตัว แล้วใช้ xylene เช็ดสไลด์จนสะอาด
- นำสไลด์ถาวรมาศึกษารูปร่างลักษณะ ช่องเปิด ขั้วและลวดลายผิวของเรณู โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง Nikon AFX 35 กำลังขยายของเลนส์ตา 10 เท่าและกำลังขยายของเลนส์วัตถุ 40 เท่า
- วัดขนาดเรณูตามแนว polar axis และ equatorial axis ความกว้างและความยาวของช่องเปิด ขนาด apocolpium และ polar field index ของเรณูประชากรละ 50 เรณู โดยใช้ eyepiece micrometer ที่เทียบค่าจาก stage micrometer แล้ว

2.2.3 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

นำเรณูที่ผ่านการทำ acetolysis แล้วมาเตรียมเพื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ดังนี้

- หยดเรณูลงบน stub ทองเหลืองซึ่งติดด้วยเทปใสสองหน้า

- นำ stub ที่มีเรณูไปฉาบผิวด้วยทองคำโดยใช้เครื่อง bazer sputter coater ภายใต้อากาศสูญญากาศ นาน 5 นาที
- นำเรณูที่ฉาบผิวแล้วไปศึกษาลักษณะรูปร่าง ช่องเปิด ขั้วและลวดลายผิวของเรณู โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด JEOL JSM-5410 LV กำลังขยายตั้งแต่ 750 ถึง 7,500 เท่า ที่ 15 kV

2.3 การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของงูโคดำ

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของงูโคดำ โดยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis ใช้เครื่องอิเล็กโตรโฟรีซิส Mini – PROTEAN II กับเครื่องป้อนพลังงาน Power Pac 3000 มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 การเตรียมสารละลายสำหรับทำ polyacrylamide gel

การเตรียมสารละลายสำหรับทำ stacking gel 5% และ separating gel 7.5%, 8%, และ 8.5% ตามแนวของ Sambrook, Fritsch และ Maniatis (1989) มีส่วนผสมดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียม polyacrylamide gel

สารเคมี	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในแต่ละ gel (มล.)			
	stacking gel	separating gel		
		5%	7.5%	8%
30% acrylamide mix	4.16	25.00	26.65	28.25
1.0 M Tris-HCl pH 6.8	2.50	-	-	-
1.5 M Tris-HCl pH 8.8	-	25.00	25.00	25.00
10% ammonium persulfate	0.10	1.00	1.20	1.20
TEMED	0.01	0.05	0.05	0.05
น้ำ	18.23	18.95	47.10	45.50
ปริมาณที่ใช้ต่อ gel 10 แผ่น	25	100	100	100

2.3.2 การเตรียม polyacrylamide gel

2.3.2.1 การเตรียมแผ่นกระจก

ใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดแผ่นกระจกจนแห้งจึงนำแผ่นกระจกแผ่นเล็กและแผ่นใหญ่มาวางประกบกัน โดยมีแผ่น spacer หน้า 0.75 มิลลิเมตรวางที่ขอบกระจกทั้ง 2 ข้างและมี alignment card แทรกตรงกลางระหว่าง spacer นำแผ่นกระจกทั้งชุดใส่ลงใน multi-casting chamber ทำเช่นนี้ 10 ชุด โดยแต่ละชุดมีแผ่นพลาสติกกันไว้ จากนั้นนำหวี (teflon comb) หน้า 0.75 มิลลิเมตร มาใส่ลงไประหว่างแผ่นกระจก ใช้ปากกาทำเครื่องหมายบอกระดับที่จะใส่ separating gel ลงไปให้ห่างจากหวีประมาณ 5 มิลลิเมตร

2.3.2.2 การเตรียม separating gel

ผสมสารละลายสำหรับทำ separating gel ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2 โดยเติม 10% ammonium persulfate และ TEMED หลังสุด คนให้เข้ากันอย่างรวดเร็ว แล้วเทสารละลายลงในช่องว่างระหว่างแผ่นกระจกจนถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ แล้วใช้ปิเปตดูด butanol ที่อิ่มตัวด้วยน้ำหยดลงคลุมผิว separating gel ระหว่างกระจกทุกแผ่น ปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้เกิด polymerization จน gel แข็งตัวจึงริน butanol ออกแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้งและซับน้ำที่เหลือออกให้หมดด้วยกระดาษซับ

2.3.2.3 การเตรียม stacking gel

ผสมสารละลายสำหรับทำ stacking gel ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.2 โดยเติม 10% ammonium persulfate และ TEMED หลังสุด คนให้เข้ากันอย่างรวดเร็วแล้วเทสารละลายลงในช่องว่างระหว่างแผ่นกระจกทุกชุดจนเต็มจากนั้นใช้หวีเสียบลงไปในช่องว่างระหว่างกระจก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เกิด polymerization ประมาณ 30 นาที จน gel แข็งตัว

2.3.3 การเตรียมเครื่องมืออิเล็กโตรโฟรีซิส

นำ Tris-glycine electrophoresis buffer pH 8.3 ผสมน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:1 แล้วเติมลงใน lower buffer chamber ประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำชุดแผ่นกระจกซึ่งเตรียม gel ไว้แล้วออกจาก multi-casting chamber นำมาใส่ใน sandwich clamp assemblies จำนวน 2 ชุด แล้วนำไปประกอบติดกับ inner cooling core จากนั้นจึงนำไปใส่ใน lower buffer chamber เติม Tris-glycine electrophoresis buffer pH 8.3 ลงใน upper chamber จนท่วม gel แล้วค่อยๆ ใช้มือดึงเอาหัวออก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศใน well

2.3.4 การสกัดไอโซไซม์จากใบชงโคดำ

2.3.4.1 การเตรียมสารละลาย extraction buffer

สารละลาย extraction buffer ที่ใช้ในการสกัดไอโซไซม์จากใบชงโคดำ มี 3 สูตร ดังนี้

สูตร 1 ตามแนวของสุจิตรา จางตระกูล และคณะ (2534)

สูตร 2 ดัดแปลงจากแนวของสุจิตรา จางตระกูล และคณะ (2534)

สูตร 3 ตามแนวของชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2538)

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของ extraction buffer

สารเคมี	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ใน extraction buffer (ml)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
0.2 M Tris-HCl pH 7.5	5.00	5.00	-
0.1 M Tris-HCl pH 8.2	-	-	5.00
100 mM DTT	0.50	-	-
45 mM EDTA	-	1.00	1.00
2% mercaptoethanol	-	0.50	0.50
3% tween 80	3.50	3.50	-
0.5% Triton X-100	-	-	2.00
10% sucrose	-	-	0.50
H ₂ O	1.00	-	1.00
ปริมาตรรวม	10	10	10

2.3.4.2 การสกัดไอโซไซม์

นำใบชงโคดำใบที่ 3 นับจากปลายยอดมาชั่งหนักเท่ากับ 200 มิลลิกรัม จากนั้นนำมาใส่ในโกร่ง (mortar) ที่สะอาดและเย็นจัด เติม extraction buffer สูตร 1, 2 หรือ 3 ลงไป 1 มิลลิลิตร เติม PVP 50 mg และ sea sand 10 mg บดด้วย pestle ในที่เย็นจัดจนใบละเอียดเป็นเนื้อเดียว จึงเทใส่หลอด appendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงที่ 0°C ความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที แล้วดูดสารละลายส่วนใสด้านบน (supernatant) เก็บไว้ในหลอด appendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร แช่ในตู้ medical freezer ที่อุณหภูมิ -40°C ทำการเตรียมสารสกัดไอโซไซม์ของชงโคดำทุกพันธุ์โดยวิธีดังกล่าวนี้ พันธุ์ละ 30 ตัวอย่าง

2.3.5 การหาปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสม

ทำการตรวจสอบปริมาณตัวอย่างสารสกัดไอโซไซม์ที่เหมาะสมของชงโคดำทุกพันธุ์ในการศึกษาไอโซไซม์ทุกระบบ โดยใช้ gel หนา 0.75 มิลลิเมตร stacking gel 5% และ separating gel 7.5%, 8% และ 8.5% ตามลำดับ โดยใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลาย BPB-Tris-glycine ซึ่งใช้เป็น dye marker ปริมาณ 10 ไมโครลิตร เติมลงใน well ช่องซ้ายสุดของ stacking gel 5% ซึ่งเตรียมไว้แล้ว จากนั้นจึงใช้ไมโครปิเปตดูดสารสกัดไอโซไซม์ของชงโคดำทุกพันธุ์ที่เตรียมไว้หลายปริมาตรตั้งแต่ 5 ไมโครลิตร ถึง 20 ไมโครลิตร เติมลงใน well ช่องถัดมา ช่องละ 1 ตัวอย่างจนครบทุกช่อง แล้วต่อเครื่องป้อนพลังงานเข้ากับเครื่องอิเล็กโตรไฟรีซิส ควบคุมกระแสไฟฟ้าให้คงที่ที่ 60 มิลลิแอมแปร์ ภายใต้อุณหภูมิ 0-4°C เปิดสวิตช์แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของ dye marker จนห่างจากขอบ gel ด้านล่างประมาณ 1 เซนติเมตร จึงปิดเครื่องป้อนพลังงาน แล้วนำ gel ออกมาย้อมสีโปรตีน โดยใช้สารละลาย coomassie brilliant blue R-250 แล้วสังเกตเปรียบเทียบหาปริมาณตัวอย่างสารสกัดไอโซไซม์ที่ให้แถบสีจำนวนมากและมีความคมชัดมากที่สุดสำหรับไอโซไซม์แต่ละระบบ เพื่อใช้ในการตรวจสอบไอโซไซม์ในชงโคดำต่อไป

2.3.6 การตรวจสอบไอโซไซม์

ทำการตรวจสอบไอโซไซม์ 20 ระบบในชงโคดำทุกพันธุ์รวมทั้งสิ้น 4 ประชากร ประชากรละ 30 ตัวอย่าง โดยใช้ gel หนา 0.75 มิลลิเมตร ใช้ stacking gel 5% และ

separating gel 7.5%, 8% หรือ 8.5% ตามความเหมาะสมกับไอโซไซม์แต่ละระบบ ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลาย BPB-Tris-glycine ปริมาตร 10 ไมโครลิตร เติมลงใน well ช่องซ้ายสุด แล้วดูดสารสกัดไอโซไซม์จากใบชงโคดำปริมาตรตามความเหมาะสมกับไอโซไซม์แต่ละระบบ เติมลงใน well ช่องถัดไป ช่องละ 1 ตัวอย่างจนครบทุกช่อง แล้วต่อเครื่องอิเล็กโตรโฟรีซิสเข้ากับเครื่องป้อนพลังงาน โดยควบคุมกระแสไฟฟ้าคงที่ที่ 60 มิลลิแอมแปร์ ภายใต้อุณหภูมิ 0-4°C สังเกตการเคลื่อนที่ของ dye marker จนห่างจากขอบ gel ด้านล่างประมาณ 1 เซนติเมตร จึงปิดสวิตช์แล้วนำ gel ออกมาเพื่อย้อมสีจำเพาะของไอโซไซม์แต่ละระบบต่อไป

2.3.7 การย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์

นำ gel ที่ผ่านการแยกไอโซไซม์โดยเครื่องมืออิเล็กโตรโฟรีซิสแล้วมาย้อมสีจำเพาะของไอโซไซม์ รวมทั้งสิ้น 20 ระบบ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระบบไอโซไซม์ที่ศึกษาในชงโคดำ

ระบบไอโซไซม์	คำย่อ	E.C. number
acid phosphatase	ACP	3.1.3.2
alcohol dehydrogenase	ADH	1.1.1.1
catalase	CAT	1.11.1.6
dihydrolipoamide dehydrogenase	DDH	1.8.1.4
α - esterase	α -EST	3.1.1.1
formate dehydrogenase	FDH	1.2.1.2
glucose-6-phosphate dehydrogenase	G ₆ PDH	1.1.1.49
glucose-6-phosphate isomerase	GPI	5.3.1.9
glutamate dehydrogenase	GDH	1.4.1.2
glutamate oxaloacetate transaminase	GOT	2.6.1.1
glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase	G ₃ PDH	1.2.1.9
isocitrate dehydrogenase	IDH	1.1.1.42
malate dehydrogenase	MDH	1.1.1.37
malic enzyme	ME	1.1.1.40

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ระบบไอโซไซม์	คำย่อ	E.C. number
peroxidase	PER	1.11.1.7
phosphoglucomutase	PGM	5.4.2.2
phosphogluconate dehydrogenase	6PGD	1.1.1.44
shikimate dehydrogenase	SKDH	1.1.1.25
superoxide dismutase	SOD	1.15.1.1
xanthine dehydrogenase	XDH	1.1.1.204

2.3.8 การบันทึกข้อมูล

นำ gel ที่ย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์แต่ละชนิดมาศึกษาตำแหน่ง จำนวน ขนาดและความเข้มของแถบสีของไอโซไซม์ แล้วหาค่าระยะทางสัมพัทธ์ (Rf) ของไอโซไซม์แต่ละระบบ ดังนี้

$$\text{ระยะทางสัมพัทธ์ (Rf)} = \frac{\text{ระยะทางที่แถบไอโซไซม์เคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่แถบสีตามรอยเคลื่อนที่}}$$

จากนั้นนำข้อมูลมาจัดทำเป็นไซโมแกรมของไอโซไซม์ของชงโคดำทุกพันธุ์พร้อมทั้งบันทึกภาพไว้

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิค numerical taxonomy

2.4.1 การบันทึกลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำ

บันทึกลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำทุกประชากร ประชากรละ 50 ตัวอย่าง โดยกำหนดค่าของลักษณะใบ ดอก และเรณูที่เป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (discontinuous data) ให้เป็นตัวเลขตามแนวของ Giussani, Martinez และ Collantes (1995)

และใช้ไม้บรรทัดวัดลักษณะต่างๆของใบ ดอก และเรณูที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data) ดังตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6

2.4.2 การบันทึกลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

บันทึกกระยะทางสัมพัทธ์ (Rf) ของไอโซไซม์ทุกระบบของชงโคดำทุกพันธุ์ที่มีลักษณะเป็น polymorphism พันธุ์ละ 30 ตัวอย่าง โดยใช้ไม้บรรทัดวัดระยะทางที่แถบไอโซไซม์เคลื่อนที่เทียบกับระยะทางที่แถบสีตามรอยเคลื่อนที่

2.4.3 การบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโคและกาหลง ประชากรละ 50 ตัวอย่าง โดยกำหนดค่าของลักษณะสัณฐานวิทยาที่เป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่องเป็นตัวเลขและใช้ไม้บรรทัดวัดค่าของลักษณะสัณฐานวิทยาที่เป็นข้อมูลต่อเนื่องตามแนวเดียวกับการบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของชงโคดำ

2.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

นำข้อมูลจากการบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทุกประชากรรวมทั้งลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโคและกาหลงมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis) การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) และการวิเคราะห์จัดจำแนก (discriminant analysis) โดยใช้ชุดโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS 7.5 for Windows

ตารางที่ 3.5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

ลักษณะ		สัญลักษณ์
ลำต้น		
ลักษณะวิสัย		HAB *
ไม้กิ่งรอลือ		0
ไม้ยืนต้น		1
ไม้พุ่ม		2
ช่องอากาศที่เปลือกไม้		LEN *
รูปร่างกลมรี		0
รูปร่างเป็นซี่ดียว		1
ใบ		
ลักษณะปลายใบ		TLE *
ปลายใบมน		0
ปลายใบแหลม		1
ลักษณะขนด้านบนใบ		HUE
velvety		0
puberulous		1
mouldy		2
glabrous		3
ลักษณะขนด้านล่างใบ		HLE
rusty velvety		0
pubescent		1
sparsely hairy		2
ดอก		
รูปร่างกลีบดอก		SPE
รูปใบหอก (lanceolate)		0
รูปช้อน (spathulate)		1
รูปใบหอกแคบ (narrowly lanceolate)		2
รูปขอบขนาน (oblong)		3

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ลักษณะ	สัญลักษณ์
ลักษณะขนบนรังไข่	HOV
ขนยาวนุ่มและขนแข็งเอน	0
ขนสั้นนุ่มและขนแข็งเอน	1
ขนกำมะหยี่และขนแข็งเอน	2
ขนกำมะหยี่	3
ไม่มีขน	4
ลักษณะปลายดอกตูม	TBU *
ไม่มี free calyx-teeth	0
มี free calyx-teeth	1
ลักษณะสันที่ปลายดอกตูม	RBU
ไม่มีสัน	0
มีสัน	1
สีดอกตูม	CBU
สีเขียวอมน้ำตาล	0
สีเขียว	1
เรณู	
รูปแบบเรณู	TPO *
อยู่เดี่ยวๆ (monad)	0
อยู่เป็นกลุ่ม 4 เรณู (tetrad)	1
รูปร่างเรณู	SPO
ทรงกลม (spheroidal)	0
รูปกลมแบน (oblate)	1
รูปคล้ายไข่ (prolate spheroidal)	2
รูปคล้ายรักบี้ (prolate)	3

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ลักษณะ	สัญลักษณ์
ชนิดช่องเปิดเรณู	TAP *
inaperturate	0
tricolporate	1
tricolporoidate	2
ตำแหน่งช่องเปิดเรณู	PAP *
ไม่มีช่องเปิด	0
แนวศูนย์สูตร (equatorial aperture)	1
ลวดลายผิวเรณู	ESC *
perforate	0
striato reticulate	1
reticulate	2
ฝัก	
รูปร่างฝัก	SPOD *
ขอบไม่ขนาน ปลายสุดเป็นจะงอย กว้าง : ยาว ประมาณ 1 : 7	0
ขอบขนาน กว้าง : ยาว ประมาณ 1 : 11	1
ขอบขนาน กว้าง : ยาว ประมาณ 1 : 6	2
สันของฝัก	RPOD *
ไม่มีสัน	0
มีสัน	1
เมล็ด	
รูปร่างเมล็ด	SSEE *
รูปกลม	0
รูปกลมรี	1
รูปไต	2

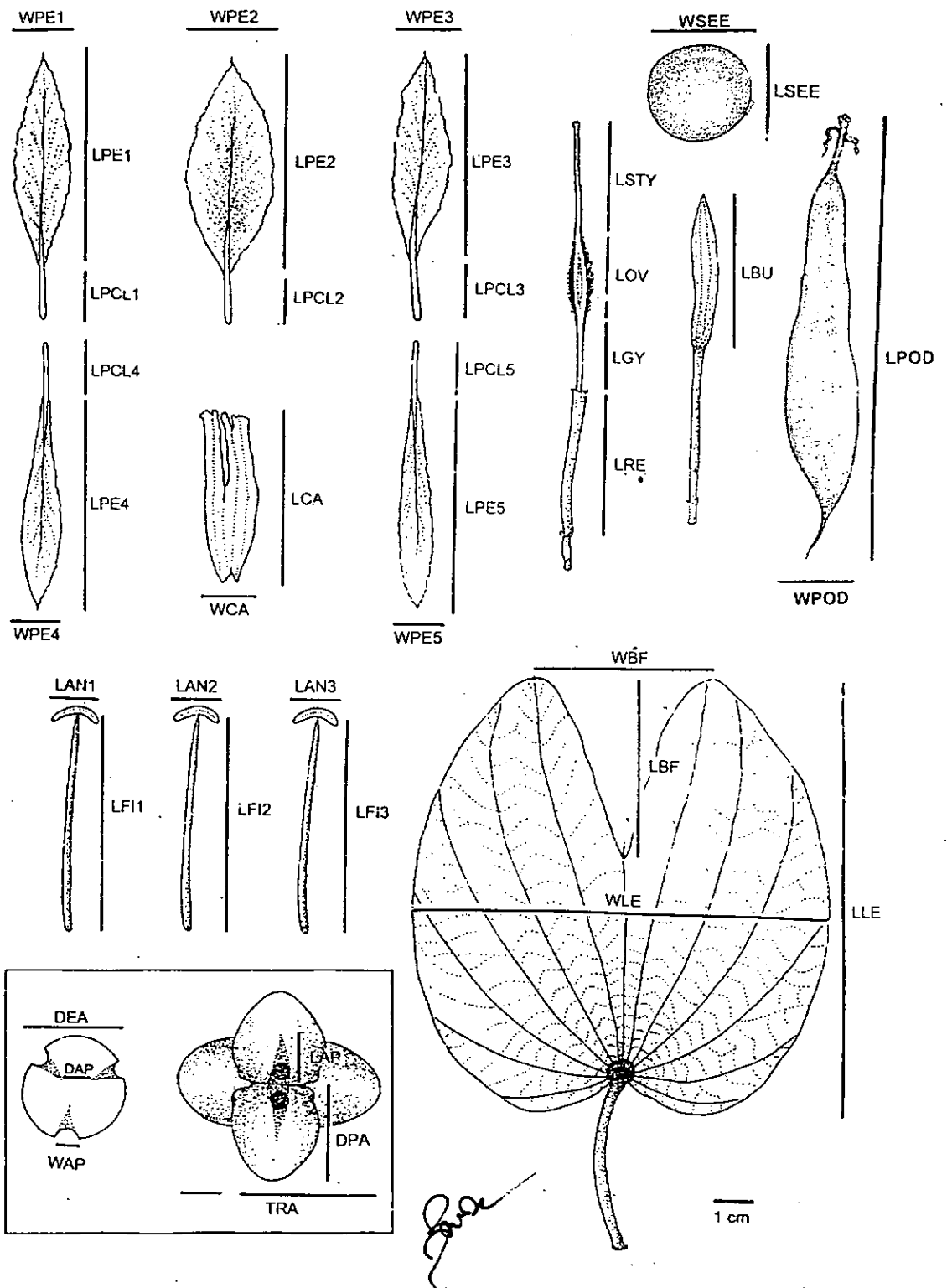
* หมายถึง ลักษณะที่ใช้เฉพาะการศึกษาเปรียบเทียบชนิดคำกับชนิดและกาหลง

ตารางที่ 3.6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

ลักษณะ		สัญลักษณ์
ใบ		
ความกว้างใบ		WLE
ความยาวใบ		LLE
ความกว้างรอยเว้าปลายใบ		WBF
ความลึกรอยเว้าปลายใบ		LBF
จำนวนเส้นใบ		NSV
ดอก		
ความกว้างกลีบเลี้ยง		WCA
ความยาวกลีบเลี้ยง		LCA
ความกว้างกลีบดอก 1-5		WPE 1-5
ความยาวกลีบดอก 1-5		LPE 1-5
ความยาวก้านกลีบดอก 1-5		LPCL 1-5
ความยาวอับเรณู 1-3		LAN 1-3
ความยาวก้านชูอับเรณู 1-3		LFI 1-3
อัตราส่วนความยาวอับเรณูตำแหน่งที่ติดกับก้านชูอับเรณู		RAF
จำนวนเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์		NFST
ความยาวก้านเกสรเพศเมีย		LSTY
ความยาวรังไข่		LOV
ความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย		LGY
ความยาวฐานดอก		LRE
จำนวนดอกตูมต่อ 1 ช่อดอก		NBU
ความยาวดอกตูมที่ยาวที่สุดในช่อดอก		LBU
อัตราส่วนความยาวดอกตูมต่อความยาวฐานดอกของดอกตูม		RBR
เรณู		
เส้นผ่านศูนย์กลางกลุ่มเรณูในสภาพ tetrad		TRA
เส้นผ่านศูนย์กลางเรณูแนว polar axis		DPA
เส้นผ่านศูนย์กลางเรณูแนว equatorial axis		DEA
ระยะห่างระหว่างปลายสุดของช่องเปิดเรณู		DAP

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ลักษณะ		สัญลักษณ์
	ความกว้างช่องเปิดเรณู	WAP
	ความยาวช่องเปิดเรณู	LAP
	polar field index	PFI
	จำนวน verrucae	NVR
ฝัก		
	ความกว้างฝัก	WPOD
	ความยาวฝัก	LPOD
เมล็ด		
	ความกว้างเมล็ด	WSEE
	ความยาวเมล็ด	LSEE
	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	NSEE



แผนภาพที่ 3.2 การวัดลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด ของชงโคดำ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการสำรวจเอกสารและศึกษาตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งซึ่งเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชกรมวิชาการเกษตร (BK) หอพรรณไม้ (BKF) และพิพิธภัณฑ์พืชศาสตร์จารย์กลิน สวตะพันธ์ (BCU) พบว่าชงโคดำเป็นพืชที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณชายป่าดิบชื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 10-200 เมตร โดยชงโคดำที่พบในประเทศไทยนั้นมีทั้งหมด 5 พันธุ์ (variety) คือ *Bauhinia pottsii* var. *pottsiii* G. Don, *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit, *B. pottsii* var. *mollissima* (Wall. ex Prain) K.& S.S. Larsen, *B. pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K.& S.S. Larsen และ *B. pottsii* var. *decepiens* (Craib) K.& S.S. Larsen มีการแพร่กระจายอยู่เฉพาะภาคตะวันออกและภาคใต้เท่านั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) จากการออกสำรวจพืชชนิดนี้ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2542 เป็นเวลา 3 ปี พบว่าชงโคดำมีการกระจายพันธุ์ในภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดระยองไปจนถึงจังหวัดตราดและในภาคใต้มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี โดยชงโคดำที่พบในการสำรวจครั้งนี้มีเพียง 4 พันธุ์ มีขอบเขตกระจายพันธุ์ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 การกระจายพันธุ์ของชงโคดำที่สำรวจพบในประเทศไทย

ชงโคดำ	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	แหล่งที่พบ
<i>B. pottsii</i> var. <i>pottsiii</i>	20-50	อ.กะเปอร์ จ.ระนอง กิ่ง อ.นบพิตำ จ.นครศรีธรรมราช อ.เมือง จ.พัทลุง อ.นาทวี จ.สงขลา อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชงโคดำ	ความสูงจาก ระดับน้ำทะเล (เมตร)	แหล่งที่พบ
<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	20-80	อ.เมือง อ.คลองใหญ่ อ.บ่อไร่ จ.ตราด อ.เมือง จ.จันทบุรี กิ่ง อ.เขาชะเมา อ.วังจันทร์ อ.เขาสมิง อ.แก่ง จ.ระยอง อ.เมือง จ.นครนายก อ.นาดี จ.ปราจีนบุรี อ.เมือง อ.ละแม อ.หลังสวน อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร อ.ท่าชนะ อ.ท่าฉาง อ.กาญจนดิษฐ์ อ.ไชยา อ.เวียงสระ อ.บ้านฉาง อ.ตาขุน จ.สุราษฎร์ธานี อ.ลิซล อ.ขนอม อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช กิ่ง อ.รัชฎา จ.ตรัง
<i>B. pottsii</i> var. <i>mollissima</i>	10-150	อ.พนม จ.สุราษฎร์ธานี อ.อำเภอลี้ก จ.กระบี่ อ.นาโยง จ.ตรัง อ.ตะกั่วป่า อ.กระบี่ กิ่ง อ.สุขสำราญ จ.พังงา
<i>B. pottsii</i> var. <i>velutina</i>	40-200	อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร อ.กระบี่ อ.ละอุ่น อ.เมือง อ.กะเปอร์ จ.ระนอง

สำหรับ *B. pottsii* var. *decipiens* ซึ่งเป็นชงโคดำอีกพันธุ์หนึ่งที่เคยมีรายงานว่า เป็นพืชถิ่นเดียว (Larsen และ Larsen, 1973) พบบริเวณชายป่าดิบชื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 200 เมตร ในเขตอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด และมีเฉพาะ type specimen นั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) ในการสำรวจครั้งนี้ที่อำเภอบ่อไร่และอำเภอใกล้เคียงในจังหวัดตราด รวมทั้งจังหวัดต่างๆทั่วประเทศไทยก็ไม่พบชงโคดำพันธุ์นี้ จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้

4.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอกและฝักชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอกและฝักของชงโคดำที่พบในประเทศไทยพบว่าชงโคดำจัดอยู่ในหน่วยอนุกรมวิธานตามลำดับชั้นของหมวดหมู่การจัดจำแนกพืชดังนี้

Division	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Order	Fabales
Family	Caesalpiniaceae
Tribe	Cercidae
Genus	Bauhinia
Species	<i>Bauhinia pottsii</i>

ชงโคดำที่พบในประเทศไทยในปัจจุบันมีทั้งหมด 4 พันธุ์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

Bauhinia pottsii var. *pottsii* G. Don

B. pottsii G. Don, Gen. Syst. 2. : 462. 1832; de Wit, Reinwardtia 3 : 402. 1956; K. & S.S. Larsen, Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 25:14. 1973; Bot. Tiddsskr. 74:7.1979; in Fl. C.L.V. 18 : 154. 1980.

B. elongata Korth., Verh. nat. Gesch Bot. : 89. pl. 24. 1841; Bak. in Hook. f., Fl. Br. Ind. 2 : 281. 1878; Craib in Fl. Siam, En. 1 : 520.1928.

B. pottsii var. *elongata* (Korth.) de Wit, Reinwardtia 3 : 404. 1956; K. & S.S. Larsen, Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 25 : 14. 1973.

Phanera elongata (Korth.) Benth. in Miq. Pl. Jungh. : 262. 1852.

Phanera speciosa Bl. ex Miq., Fl. Ind. Bat. 1:61. 1855. Figure 1:6.

ชื่อพื้นเมือง ชงโคดำ

ชื่ออื่นๆ ชงโค, ชงโคป่า

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ มีความสูง 3-6 เมตร (แผนภาพที่ 4.1:๑) กิ่งอ่อน มีสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นนุ่มสีน้ำตาลอมแดงปกคลุม ลำต้น มีสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เปลือก มีช่องอากาศ (lenticel) ขนาด 0.10 - 0.20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไป (แผนภาพที่ 4.2:๑-๒)

ใบเดี่ยว เรียงสลับ (alternate) มีรูปร่างแบบรูปไข่ (ovate) หรือค่อนข้างกลม (rotundate) ขนาด 8.80 - 13.70 x 8.20 - 14.20 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 2.10 - 6.20 เซนติเมตร หรือประมาณ $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ ของความยาวใบและแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมน ห่างกัน 3.00 - 7.90 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ (cordate) ขอบใบขนเล็กน้อย เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 11-15 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นดิ่งแหลม เล็กยาว 0.20-0.30 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวมัน มีขนสั้นๆสีขาวสปกคลุมทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณเส้นใบจะมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ตรงโคนใบมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่นและมีขนแข็งเอน (strigose) ปกคลุมเล็กน้อย ใบด้านล่างเห็นเส้นใบชัดเจน มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณเส้นใบมีขนปกคลุมหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ พบขนแข็งเอนกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณโคนใบพบมากกว่าบริเวณอื่นๆ (แผนภาพที่ 4.3:๑-๒ และ แผนภาพที่ 4.4:๑-๒) ก้านใบ ยาวประมาณ 3.20-3.50 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป พบขนแข็งเอนกระจายอยู่บ้างเล็กน้อย หูใบ มีสีเขียวยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในเป็นเส้นเล็กๆมีผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมเรียวยาวแหลมมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม

ดอก มีลักษณะเป็นช่อแบบช่อกระจุก (raceme) ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้าง ยาวตั้งแต่ 5-12 เซนติเมตร (แผนภาพที่ 4.5:๑) ก้านดอกย่อย ยาว 1.00 - 1.50 เซนติเมตร มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลมยาว 0.30 - 0.50 เซนติเมตรและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม ดอกตูม รูปร่างคล้ายทรง

กระบอก (terete) ปลายเรียวแหลม ยาว 2.10 – 4.50 เซนติเมตร มีขนสั้นนุ่มสีม่วงแดงและขนแข็งเอนสีขาวปกคลุมหนาแน่น ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกตูม 4–35 ดอก (แผนภาพที่ 4.5:❶ และแผนภาพที่ 4.6:❶-❷) ฐานดอก รูปรางคล้ายทรงกระบอกยาว 2.10 – 4.20 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสหรือสีน้ำตาลปกคลุม มีขนแข็งเอนสีขาวใสและสีน้ำตาลประปราย กลีบเลี้ยง แยกออกจากกันเป็น 2–5 ส่วน ยาว 2.90–5.50 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีขนสีน้ำตาลแดงและขนแข็งเอนสีน้ำตาลแดงปกคลุมหนาแน่นทำให้มีสีเขียวอมน้ำตาล ผิวด้านในเรียบ ไม่มีขน มีสีม่วงแดง ประกอบด้วยเซลล์รูปรางคล้ายสี่เหลี่ยมเรียงเป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.7:❶-❷) กลีบดอก มี 5 กลีบ รูปใบหอกสีแดง ขอบหยักสีขาวหรือขาวอมเหลือง ขนาด 0.70 – 2.20 x 2.60 – 6.40, 1.10 – 2.80 x 2.60 – 6.90, 0.70 – 2.00 x 3.00 – 6.30, 0.40 – 1.60 x 2.9 – 6.90 และ 0.40 – 1.40 x 2.80 – 6.50 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีแต้มสีเหลืองกลางกลีบที่ 2 ซึ่งเป็นกลีบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ผิวกลีบดอกด้านบนเรียบ ไม่มีขน ผิวด้านล่างมีขนขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมประปราย เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 5,000 เท่าและ 7,500 เท่า พบว่าผิวกลีบดอกประกอบด้วยเซลล์ที่มีสันนูนขนาด 0.40 ไมครอนเป็นแนวยาวค่อนข้างขนานกัน (แผนภาพที่ 4.8:❶-❷) ก้านกลีบดอก สีเขียวอ่อน ตรงโคนสีม่วงแดง ยาว 0.50 – 2.50 เซนติเมตร ผิวเรียบ มีขนสีขาวใสตามขอบตลอดแนว

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน ก้านชูอับเรณู สีแดงสด ผิวเรียบมัน ยาว 2.30 – 6.90 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณูด้านหลังที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 1.00-1.20 อับเรณู ค่อนข้างตรง สีขาวอมเหลืองหรือน้ำตาลอมดำยาว 0.80–1.90 เซนติเมตร และแตกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.9:❶) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,500 เท่า พบว่าผิวอับเรณูมีลักษณะเป็นตุ่มนูนคล้ายภูเขาปลายมนและมีสันนูนขนาด 1.30 ไมครอนหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.9:❷) ในขณะที่ผิวก้านชูอับเรณูมีลักษณะเป็นสันนูนขนานกันตามแนวยาวมีร่องระหว่างแต่ละสันกว้าง 6.60 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.9:❸) เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 2 อัน สีแดงหรือสีขาวขนาดเล็กยาว 0.10 – 0.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมียเป็นตุ่มกลมเด่นชัดสีน้ำตาลอมดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ามีลักษณะเป็นตุ่มขนาดเล็กปลายโค้งมนกว้างประมาณ 40 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.10:❶) ก้านเกสรเพศเมีย สีเขียวอมเหลืองหรือม่วงอมแดง ยาว 1.20 – 4.60 เซนติเมตร มีขนแข็งเอนสีขาวใสประปราย รังไข่ อยู่เหนือวงกลีบ (superior ovary) ยาว 0.70 – 1.80 เซนติเมตร มีขนนุ่มยาว

สีขาวใสหรือสีม่วงแดง และขนแข็งเอนสีขาวใสปกคลุมหนาแน่น ก้านชูเกสรเพศเมีย สีเขียวอ่อน ยาว 1.10 – 2.60 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสปกคลุม (แผนภาพที่ 4.10:๑) ออวูล มีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 3 – 6 ออวูล ติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ (แผนภาพที่ 4.10:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 500 เท่า ศึกษาลักษณะขนบนรังไข่พบว่ามีตุ่มนูนขนาดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไป (แผนภาพที่ 4.11:๑-๒)

ฝัก แบน ไม่มีสัน ปลายแหลมเป็นจะงอย ขนาด 2.70 – 3.00 x 11.50 – 15.00 เซนติเมตร ขณะฝักยังอ่อนมีสีเขียวและมีขนสั้นสีม่วงอมแดงปกคลุม เมื่อฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้มและแตกออกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.12:๑) เมล็ด รูปร่างค่อนข้างกลม แบน สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.30 – 1.50 เซนติเมตร จำนวน 1 – 4 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.12:๒) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 2,000 เท่า ศึกษาลักษณะผิวฝักพบว่ามีขนสั้นๆและขนแข็งเอนปกคลุมประปราย ผิวเมล็ดมีรูขนาด 2.60 – 6.30 ไมครอน กระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.12:๓)

ระยะเวลาดอก

ตุลาคม ถึง กุมภาพันธ์

ระยะเวลาติดฝัก

มกราคม ถึง เมษายน

การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ

พม่า มาเลเซีย และอินโดนีเซีย

Bauhinia pottsii var. *subsessilis* (Craib) de Wit

B. subsessilis Craib, Kew Bull. 1927 : 392 ; in Fl. Siam. En. 1 : 529. 1928. Figure 1 : 7-8.

ชื่อพื้นเมือง ชงโคดำ

ชื่ออื่นๆ ชงโค, ชงโคขาว, ชงโคป่า

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ มีความสูง 3– 6 เมตร (แผนภาพที่ 4.1:๑) กิ่งอ่อน มีสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นนุ่มมีน้ำตาลแดงปกคลุมหนาแน่น ลำต้น มีสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เปลือก มีช่องอากาศขนาด 0.10–0.20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไป (แผนภาพที่ 4.2:๑-๓)

ใบเตย เรียงสลับ มีรูปร่างแบนรูปไข่ ขนาด 4.60 – 13.00 x 5.20 – 12.20 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 1.40 – 5.00 เซนติเมตรหรือประมาณ 1/3-1/2 ของความยาวใบ และแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมนห่างกัน 2.20 – 6.50 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบนูนเล็กน้อย เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 11 – 15 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นติ่งแหลมเล็ก ยาว 0.2 – 0.3 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวมัน มีขนสั้นๆ สีขาวสปกคลุมทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณเส้นใบจะมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ โคนใบมีขนสั้นสีน้ำตาลและขนแข็งเอนสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น ใบด้านล่างเห็นเส้นใบชัดเจน มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณเส้นใบมีขนปกคลุมหนาแน่นกว่าบริเวณอื่น (แผนภาพที่ 4.3:๑-๑ และแผนภาพที่ 4.4:๑-๑) พบขนแข็งเอนสีน้ำตาลและสีขาวสปรกระจ่ายทั่วไป โดยเฉพาะโคนใบพบมากกว่าบริเวณอื่น ก้านใบ ยาวประมาณ 3.00 – 3.40 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป มีขนแข็งเอนปกคลุมเล็กน้อย หูใบ มีสีเขียวยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในเป็นเส้นเล็กๆ ผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมเด่นชัด

ดอก เป็นแบบช่อกระจะออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้างยาว 5 - 15 เซนติเมตร (แผนภาพที่ 4.5:๑) ก้านดอกย่อย ยาว 1.00 - 1.50 เซนติเมตร มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.20 - 0.50 เซนติเมตร และมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม ดอกตูม รูปร่างคล้ายทรงกระบอกปลายค่อนข้างเรียวแหลม ยาว 1.40 - 3.50 เซนติเมตร มีขนสั้นนุ่มสีน้ำตาลแดงและขนแข็งเอนสีน้ำตาลหรือสีขาวปกคลุมหนาแน่นมาก ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกตูม 23 - 63 ดอก (แผนภาพที่ 4.5:๑ และแผนภาพที่ 4.6:๑-๑) ฐานดอก รูปร่างคล้ายทรงกระบอกยาว 1.30 - 3.20 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสหรือสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น มีขนแข็งเอนสีขาวสหรือสีน้ำตาลกระจายทั่วไป กลีบเลี้ยง แยกออกจากกันเป็น 2-5 ส่วน ยาว 2.00 - 3.70 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีขนสีน้ำตาลแดงและขนแข็งเอนสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น ผิวด้านในเรียบมีสีม่วงอมดำ ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยม เรียงไม่เป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.7 :๑-๑) กลีบดอก มี 5 กลีบ รูปใบหอกสีขาว ขอบหยัก ขนาด 0.60 - 1.50 x 2.00 - 5.40, 0.80 - 2.20 x 2.20 - 4.80, 0.60 - 1.70 x 2.10 - 5.10, 0.40 - 1.30 x 2.30 - 5.60 และ 0.30 - 1.40 x 2.40 - 5.30 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีแต้มสีเหลืองกลางกลีบที่ 2 ซึ่งเป็นกลีบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ผิวกลีบดอกด้านบนเรียบไม่มีขน ผิวด้านล่างมีขนสีขาวสและขนแข็งเอนสีน้ำตาลหรือสีขาวสปกคลุมค่อนข้างหนาแน่นและเด่นชัด เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 5,000 และ 7,500 เท่า พบว่าผิวด้านบนและด้านล่างกลีบดอกมีลักษณะคล้ายรอยย่นเป็นสันและร่องที่ไม่เด่นชัดและไม่เป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.8:๑-๑) ก้านกลีบ

ดอก มีสีขาวหรือขาวอมเหลือง ตรงโคนอาจมีสีม่วงแดง ยาว 0.10 - 0.90 เซนติเมตร ผิวเรียบ มีขนสีขาวไล่ตามขอบตลอดแนว

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน ก้านชูอับเรณู สีแดงเข้ม ผิวเรียบมัน ยาว 2.00 - 5.60 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณู ด้านหลังที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 1.59 - 1.81 อับเรณู สีน้ำตาลอมดำ โค้งงอ ยาว 0.30 - 1.20 เซนติเมตร และแตกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.9:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเลคตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,500 เท่า พบว่าผิวอับเรณูมีลักษณะเป็นสันนูนขนาดเล็กๆ กว้างประมาณ 3-4 ไมครอน เรียงเป็นแนวขนานกันหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.9:๑) ในขณะที่ผิวก้านชูอับเรณูมีลักษณะเป็นสันขนาดเล็กเรียงขนานตามแนวยาวอย่างหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.9:๑) **เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน** มี 2 อัน สีแดงหรือขาว ขนาดเล็กยาว 0.10 - 0.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย เป็นตุ่มกลมเด่นชัดสีน้ำตาลอมดำขนาด 0.15 - 0.20 เซนติเมตร เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ามีลักษณะเป็นตุ่มขนาดเล็กปลายโค้งมน กว้างประมาณ 35 - 40 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.10:๑) ก้านเกสรเพศเมีย สีแดงอมม่วง ยาว 1.20 - 3.50 เซนติเมตร มีขนแข็งเอนสีน้ำตาลหรือสีขาวไล่กระจายทั่วไป รังไข่ อยู่เหนือวงกลีบยาว 0.50 - 1.50 เซนติเมตร มีขนนุ่มยาวสีขาวใสและขนแข็งเอนสีน้ำตาลหรือสีขาวสลับคลุมหนาแน่นมาก ก้านชูเกสรเพศเมีย สีแดงอมม่วงยาว 0.80 - 1.80 เซนติเมตร มีขนสีขาวใสและขนแข็งเอนสีน้ำตาลหรือสีขาวสลับปราย (แผนภาพที่ 4.10:๑) **อวุล** มี 4-8 อวุล สีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน ติดกับผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ (แผนภาพที่ 4.10:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 500 เท่า พบว่าขนบนรังไข่มีตุ่มขนาดเล็กๆ จำนวนมากกระจายอยู่อย่างหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.11:๑-๑)

ฝัก แบบ ไม่มีสัน ปลายแหลมเป็นจะงอยขนาด 2.70 - 3.70 x 11.00 - 22.00 เซนติเมตร ขนฝักยังอ่อนมีสีเขียวและมีขนสั้นสีน้ำตาลแดงปกคลุมทั่วไป เมื่อฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้มและแตกออกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.12:๑) **เมล็ด** ค่อนข้างกลมแบน สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 - 1.70 เซนติเมตร จำนวน 1-8 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.12:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 2,000 เท่า ศึกษา ลักษณะผิวฝักพบว่า มีขนสั้นๆ และขนแข็งเอนปกคลุมปราย ผิวเมล็ดมีรูขนาด 2.60 - 6.30 ไมครอน กระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.12:๑)

ระยะเวลาออกดอก	กันยายน ถึง กุมภาพันธ์
ระยะเวลาติดฝัก	ธันวาคม ถึง เมษายน
การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ	กัมพูชา มาเลเซีย

Bauhinia pottsii var. *mollissima* (Wall.ex Prain) K. & S.S. Larsen

B. mollissima [Wall. Cat. No.5782 nom. nud.] Prain, J. Asiat. Soc. Bengal. 66 : 180, 183, 185, 499, 502. 1890. Figure 1 : 9.

ชื่อพื้นเมือง ชงโคดำ

ชื่ออื่น ๆ ชงโค, ชงโคป่า, ชงโคไฟ

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่มหรือไม้กิ่งร่อเลื้อยที่ไม่มีมือจับ มีความสูง 3 - 10 เมตร (แผนภาพที่ 4.1:๑) กิ่งอ่อน มีสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นนุ่มสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป ลำต้น มีสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เปลือก มีช่องอากาศขนาด 0.10-0.20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไป (แผนภาพที่ 4.2:๑-๑)

ใบเดี่ยว เรียงสลับ มีรูปร่างแบบรูปไข่หรือค่อนข้างกลม ขนาด 8.70 -15.00 x 8.20 - 13.10 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 1.10 - 4.90 เซนติเมตรหรือประมาณ 1/3-1/2 ของความยาวใบ และแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมนห่างกัน 2.80 - 7.00 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบนูนเล็กน้อย เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 11 - 14 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นติ่งแหลมเล็กยาว 0.20 - 0.30 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวหรือมีคิวตินปกคลุมเห็นเป็นสีขาวเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.3:๑-๑) และมีขนสั้นสีขาวปกคลุมประปราย มีขนแข็งเอนบ้างเล็กน้อย โคนใบมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมค่อนข้างหนาแน่น ใบด้านล่างเห็นเส้นใบชัดเจน มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณเส้นใบมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ (แผนภาพที่ 4.4:๑-๑) โคนใบมีขนสีน้ำตาลและขนแข็งเอนสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ก้านใบ ยาวประมาณ 3.00 - 3.50 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป โดยขนจะหนาแน่นมากบริเวณโคนก้านใบ มีขนแข็งเอนประปรายทั่วทั้งก้านแต่ไม่หนาแน่นมากนัก หูใบ มีสีเขียวยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในมี

ลักษณะเป็นเส้นเล็กๆ ผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลมและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม

ดอก เป็นแบบช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้างยาว 3 - 5 เซนติเมตร (แผนภาพที่ 4.5:๑) ก้านดอกย่อย ยาว 0.90 - 1.30 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสปกคลุม ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.20 - 0.50 เซนติเมตร มีขนสีขาวสปกคลุม **ดอกตูม** สีเขียวรูปร่างคล้ายทรงกระบอกปลายเรียวแหลม ยาว 2.20 - 4.80 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสหรือสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกตูม 2 - 7 ดอก (แผนภาพที่ 4.5:๑ และแผนภาพที่ 4.6:๑-๑) **ฐานดอก** มีสีเขียว รูปร่างคล้ายทรงกระบอกยาว 1.80 - 4.00 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสหรือสีน้ำตาลประปราย กลีบเลี้ยง แยกออกจากกันเป็น 2 - 5 ส่วน ยาว 3.40 - 6.10 เซนติเมตร ผิวด้านนอกสีเขียว มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสหรือสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น โดยเฉพาะตรงซอกมีขนหนาแน่นมากกว่าบริเวณอื่น ผิวด้านในเรียบ สีขาวหรือเขียวอ่อน มีขนสั้นสีขาวสประปราย เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงไม่เป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.7:๑-๑) **กลีบดอก** มี 5 กลีบ รูปช้อน (spathula) สีแดง ขอบหยักสีขาวหรือขาวอมเหลือง ขนาด 0.60 - 2.30 x 2.70 - 5.00, 1.20 - 2.80 x 2.90 - 5.50, 0.90 - 2.20 x 2.30 - 5.30, 0.50 - 1.70 x 2.50 - 4.40 และ 0.50 - 1.70 x 2.50 - 4.60 ตามลำดับ โดยมีแต้มสีเหลืองกลางกลีบที่ 2 ซึ่งเป็นกลีบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ผิวกลีบดอกด้านบนเรียบไม่มีขน ผิวด้านล่างมีขนสีขาวสกระจายเล็กน้อยอาจพบขนแข็งเอนสีขาวสบ้างประปราย เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 5,000 เท่า และ 7,500 เท่า พบว่าผิวกลีบดอกประกอบด้วยเซลล์ที่มีสันนูน ขนาด 0.50 ไมครอน เรียงเป็นแนวยาวขนานกัน (แผนภาพที่ 4.8:๑-๑) **ก้านกลีบดอก** สีเขียวอ่อน ตรงโคนสีม่วงแดง ยาว 1.30 - 3.70 เซนติเมตร ผิวด้านในมีขนสีขาวสปกคลุมทั่วไป

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน **ก้านชูอับเรณู** สีเขียวอ่อน ตรงโคนสีแดงอมม่วง ผิวเรียบมันไม่มีขน ยาว 2.20 - 5.80 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณูด้านที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 0.70 - 0.88 **อับเรณู** ค่อนข้างตรงสีเขียวอ่อน ยาว 1.00 - 1.90 เซนติเมตร และแตกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.9:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,500 เท่า พบว่าผิวอับเรณูมีลักษณะเป็นตุ่มนูนคล้ายภูเขาปลายมนและมีสันนูนขนาด 1.30 ไมครอน ตามแนวยาวเล็กน้อย (แผนภาพที่ 4.9:๑) ในขณะที่ผิวก้านชูอับเรณูมีลักษณะเป็นสันขนานกันตามแนวยาว มีร่อง

ระหว่างแต่ละสันกว้าง 6.60 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.9:๑) เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 2 อัน สีเขียวอ่อนหรือสีขาว ขนาดเล็กยาว 0.10 - 0.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย มีลักษณะเป็นตุ่มเล็กๆเห็นไม่เด่นชัด มีสีเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ามีลักษณะเป็นตุ่มค่อนข้างยาวปลายแหลมมน กว้างประมาณ 20 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.10:๑) ก้านเกสรเพศเมีย มีสีเขียวอ่อน ยาว 1.60 - 3.30 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป รังไข่ อยู่เหนือวงกลีบ มีสีเขียวอ่อน ยาว 0.70 - 1.90 เซนติเมตร มีร่องตรงกลางตามแนวยาวเด่นชัด ปกคลุมด้วยขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสหรือน้ำตาลหนาแน่น ก้านชูเกสรเพศเมีย มีสีเขียวอ่อน ยาว 1.20 - 2.60 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนกระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.10:๑) ออวุล มีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 3-6 ออวุล ติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ (แผนภาพที่ 4.10:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าขนบนรังไข่มีผิวเรียบพบตุ่มขนาดเล็กๆน้อยมาก (แผนภาพที่ 4.11:๑-๑)

ฝัก แบน มีสันตามแนวยาวเด่นชัด ปลายแหลมเป็นจะงอย ขนาด 2.50 - 2.60 x 12.00 - 16.00 เซนติเมตร ขณะฝักยังอ่อนมีสีเขียวและมีขนสั้นสีขาวใสปกคลุม เมื่อฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้มและแตกออกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.12:๑) เมล็ด รูปร่างค่อนข้างกลม แบน สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 - 1.70 เซนติเมตร จำนวน 1-5 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.12:๑) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 2,000 เท่า ศึกษาลักษณะผิวฝักพบว่ามีขนสั้นๆและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป ผิวเมล็ดมีรูพรุนขนาดเล็กๆ ประมาณ 2.00 - 2.50 ไมครอน กระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.12:๑)

ระยะเวลาออกดอก	ตุลาคม ถึง กุมภาพันธ์
ระยะเวลาดิตฝัก	มกราคม ถึง เมษายน
การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ	มาเลเซีย

***Bauhinia pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S.S. Larsen**

Phanera velutina Benth. in Miq., Pl. Jungh. : 262. 1852.

B. velutina [Wall. ex] Bak. in Hook. f., Fl. Br. Ind. 2 : 280. 1878; Fischer, Kew Bull. 1927 : 87. Figure 1 : 10-13.

ชื่อพื้นเมือง ชงโคดำ

ชื่ออื่นๆ ชงโค, ชงโคป่า, ชงโคไฟ

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ มีความสูง 3-10 เมตร (แผนภาพที่ 4.1:๑) กิ่งอ่อน มีสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นนุ่มสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป ลำต้น มีสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เปลือก มีช่องอากาศ 0.10 – 0.20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไป (แผนภาพที่ 4.2:๑-๓)

ใบเดี่ยว เรียงสลับ มีรูปร่างแบบรูปไข่หรือค่อนข้างกลม ขนาด 8.20 – 18.00 x 7.50 – 15.40 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 2.20 – 5.10 เซนติเมตร หรือประมาณ 1/3–1/2 ของความยาวใบและแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมนห่างกัน 3.50 – 8.00 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบนูนเล็กน้อย เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 9 – 11 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นดิ่งแหลมเล็กยาว 0.20 – 0.30 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวหรือมีคิวทินปกคลุมเห็นเป็นสีขาวเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.3:๑-๓) มีขนสั้นสีขาวปกคลุมทั่วไป มีขนแข็งเอนเล็กน้อย โคนใบมีสีเขียวอมน้ำตาล มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ใบด้านล่างเห็นเส้นใบชัดเจน มีขนสั้นสีขาวและขนแข็งเอนกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณเส้นใบ และโคนใบมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ (แผนภาพที่ 4.4:๑-๓) ก้านใบ ยาวประมาณ 3.10 – 3.50 เซนติเมตร มีสีเขียว มีขนสั้นสีขาวและขนแข็งเอนสีขาวปกคลุมปานกลาง โคนก้านใบมีสีน้ำตาล มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น หูใบมีสีเขียวยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในมีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆ ผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลมและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม

ดอก เป็นแบบช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้างยาว 3 – 6 เซนติเมตร (แผนภาพที่ 4.5:๑) ก้านดอกย่อย ยาว 0.80 – 1.20 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวปกคลุม ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.20 – 0.50 เซนติเมตร มีขนสีขาวปกคลุม ดอกตูม มีสีเขียว รูปร่างคล้ายกระบอก ยาว 2.10 – 4.60

เซนติเมตร ส่วนปลายมีสัน 5 สันเด่นชัด มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสปกคลุมหนาแน่น ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกตูม 3 -17 ดอก (แผนภาพที่ 4.5:๗ และแผนภาพที่ 4.6:๗-๘) ฐานดอก มีสีเขียวรูปรางคล้ายทรงกระบอก ยาว 1.60 - 4.00 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสหรือสีน้ำตาลประปราย กลีบเลี้ยง แยกออกจากกันเป็น 2 - 5 ส่วน ยาว 3.80 - 5.00 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีสีเขียว มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสหรือสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป โดยเฉพาะตรงซอกมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ผิวด้านในเรียบ สีขาวหรือสีเขียวอ่อน ประกอบด้วยเซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงไม่เป็นระเบียบ มีขนสั้นขาวใสกระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.7:๗-๘) กลีบดอก มี 5 กลีบ รูปช้อน สีแดง ขอบหยัก สีขาวหรือขาวอมเหลือง ขนาด 0.60 - 1.80 x 2.80 - 4.00, 1.30 - 2.90 x 2.80 - 4.30, 0.60 - 1.90 x 2.80 - 4.00, 0.40 - 1.30 x 2.50 - 4.00 และ 0.40 - 1.30 x 2.20 - 4.00 ตามลำดับ โดยมีแฉกสีเหลืองกลางกลีบที่ 2 ซึ่งเป็นกลีบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ผิวกลีบดอกด้านบนเรียบไม่มีขน ผิวด้านล่างมีขนสีขาวใสกระจายทั่วไป พบขนแข็งเอนบ้างเล็กน้อย เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 5,000 เท่า และ 7,500 เท่า พบว่าผิวกลีบดอกประกอบด้วยเซลล์ที่มีสันนูนคดงอขนาด 0.30 ไมครอน เรียงกันอย่างหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.8:๗-๘) ก้านกลีบดอก สีเขียวอ่อน ตรงโคนสีม่วงแดง ยาว 1.50 - 3.20 เซนติเมตร ผิวด้านในมีขนสีขาวใสปกคลุมค่อนข้างมาก

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน ก้านชูอับเรณู สีเขียวอ่อน โคนสีแดงอมม่วง ผิวเรียบมันไม่มีขน ยาว 2.80 - 5.10 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณูด้านที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 0.70 - 0.80 อับเรณู ค่อนข้างตรง สีเขียวอ่อน ยาว 0.90 - 1.50 เซนติเมตร และแตกตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.9:๙) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,500 เท่า ศึกษาผิวอับเรณูพบว่า มีลักษณะเป็นตุ่มนูนคล้ายภูเขาปลายมนและมีสันนูนขนาด 1.30 ไมครอนตามแนวยาวเพียงเล็กน้อย (แผนภาพที่ 4.9:๙) ในขณะที่ผิวก้านชูอับเรณูมีลักษณะเป็นสันตามแนวยาวมีร่องระหว่างสันแต่ละสันกว้าง 6 - 7 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.9:๙) เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 2 อัน สีเขียวอ่อนหรือสีขาว ขนาดเล็ก ยาว 0.10 - 0.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย เป็นตุ่มขนาดเล็กๆ เห็นไม่เด่นชัด มีสีเขียวหรือสีน้ำตาลอมดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ามีลักษณะเป็นตุ่มปลายมน กว้างประมาณ 30 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.10:๑๐) ก้านเกสรเพศเมีย สีเขียวอ่อนยาว 1.10 - 3.30 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป รังไข่ อยู่เหนือวงกลีบ มีสีเขียวอ่อน ยาว 0.80 - 1.50 เซนติเมตร มีร่องตรงกลางตามแนวยาวเด่นชัด ปกคลุมด้วยขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสหรือสีน้ำตาล

หนาแน่น ก้านชูเกสรเพศเมีย มีสีเขียวอ่อนยาว 1.00 – 2.10 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใส และขนแข็งเอนกระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.10:๑) ออวุล มีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 1-6 ออวุล ติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ (แผนภาพที่ 4.10:๒) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าขนบนรังไข่มีตุ่มขนาดเล็กปกคลุมทั่วไป (แผนภาพที่ 4.11:๑-๒)

ฝัก แบน มีสันตามแนวยาวเด่นชัด ปลายแหลมเป็นจะงอย ขนาด 2.50 – 3.00 x 12.00 – 18.50 เซนติเมตร ขณะฝักยังอ่อนมีสีเขียวและมีขนสั้นสีขาวใส ปกคลุมทั่วไป เมื่อฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้มและแตกออกความยาว(แผนภาพที่ 4.12:๑) เมล็ด มีรูปร่างค่อนข้างกลม แบน สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 – 1.70 เซนติเมตร จำนวน 1 – 5 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.12:๒) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 2,000 เท่า ศึกษาลักษณะผิวฝักพบว่ามีขนสั้นๆและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป ผิวเมล็ดมีรูพรุนขนาดเล็กๆประมาณ 2.10 – 3.60 ไมครอนกระจายทั่วไป (แผนภาพที่ 4.12:๓)

ระยะเวลาออกดอก

ตุลาคม ถึง กุมภาพันธ์

ระยะเวลาติดฝัก

มกราคม ถึง เมษายน

การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ

พม่า มาเลเซีย



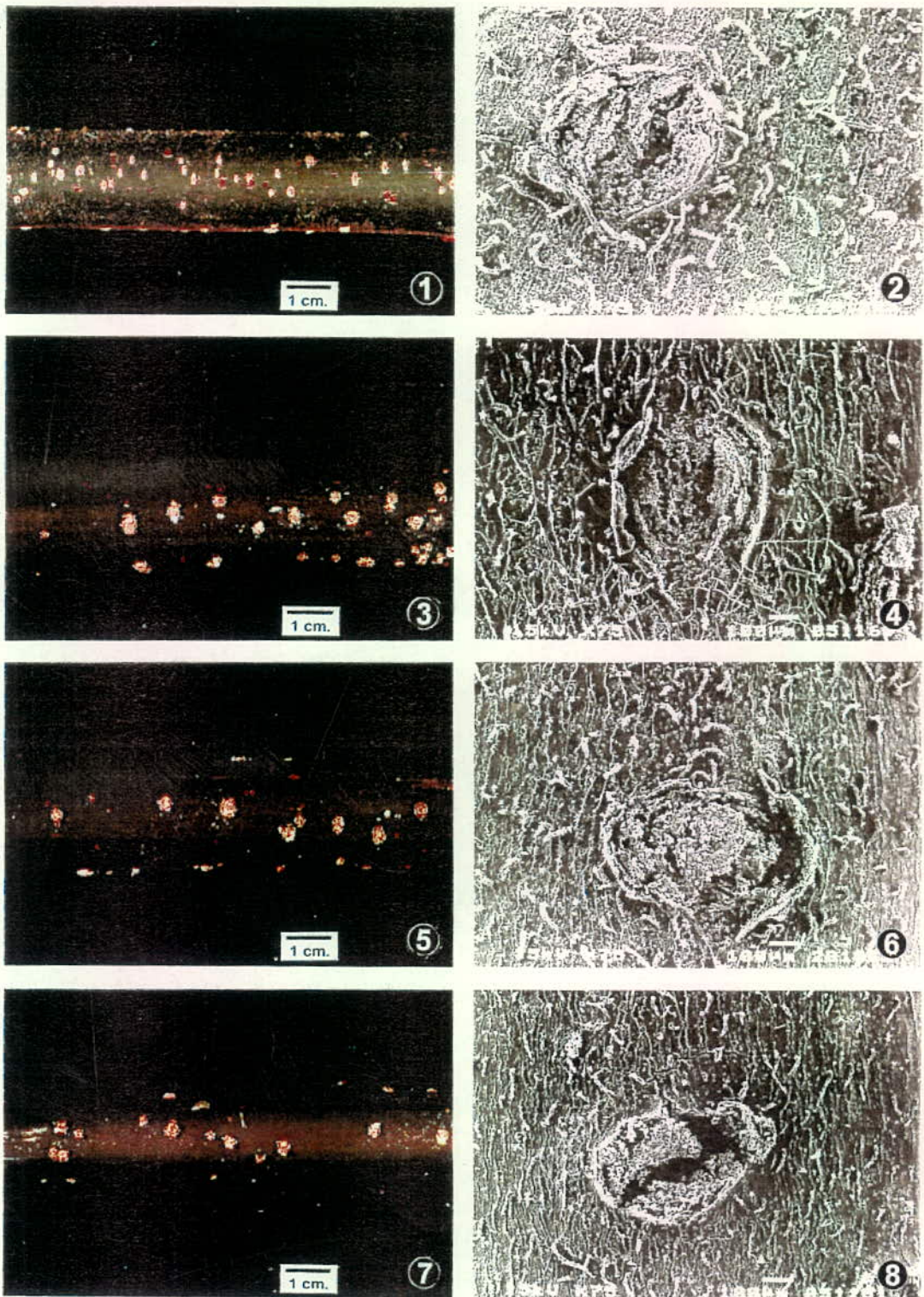
แผนภาพที่ 4.1 แสดงแหล่งที่อยู่และลักษณะวิสัยของขงโคดำในประเทศไทย

① *B. pottsii* var. *pottsii*

② *B. pottsii* var. *subsessilis*

③ *B. pottsii* var. *mollissima*

④ *B. pottsii* var. *velutina*



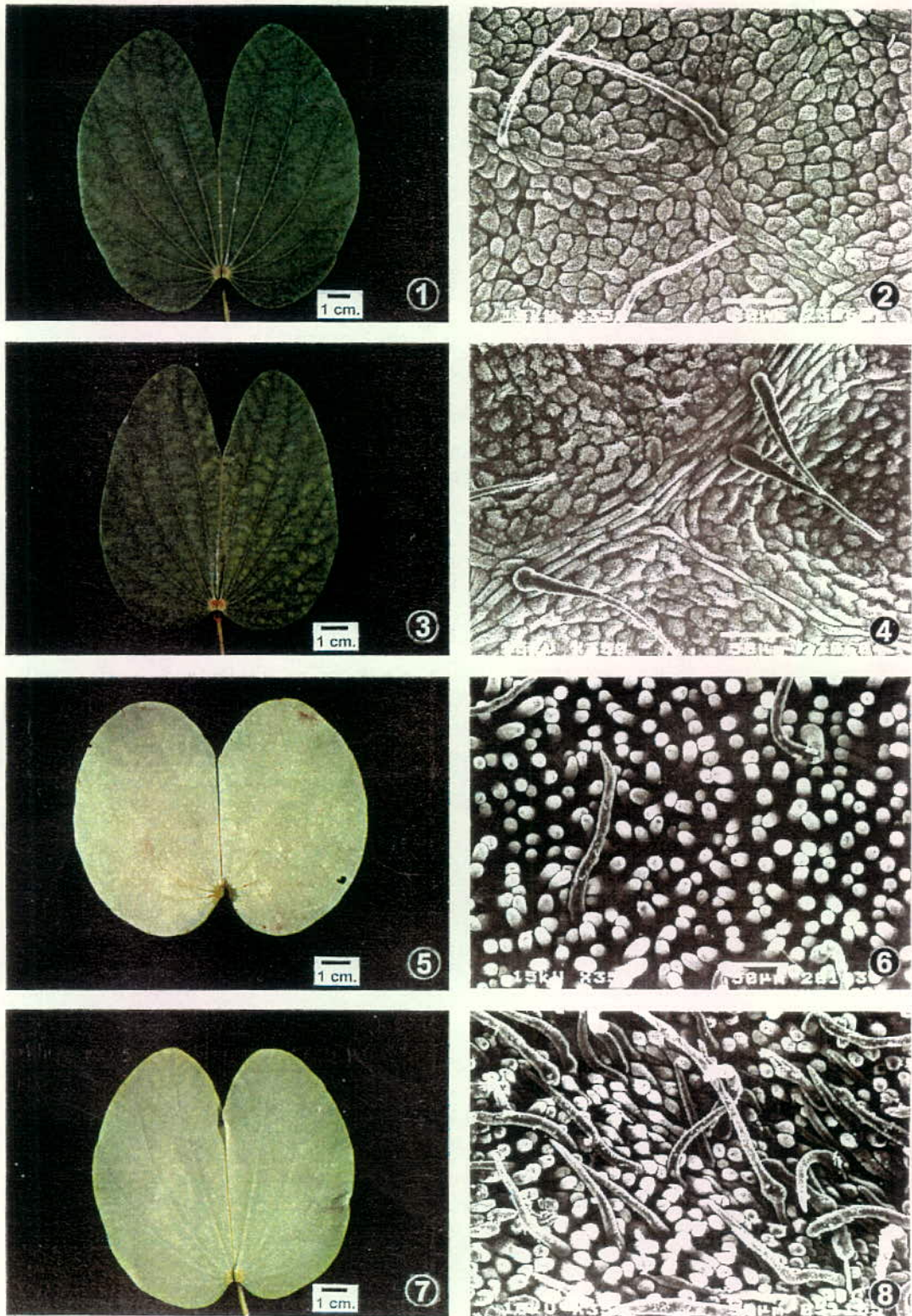
แผนภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะกิ่ง (ซ้าย) และช่องอากาศบริเวณเปลือกของขงโคดำ
เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)

1 2 *B. pottsii* var. *pottsii*

3 4 *B. pottsii* var. *subsessilis*

5 6 *B. pottsii* var. *mollissima*

7 8 *B. pottsii* var. *velutina*



แผนภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะใบ (ซ้าย) และขนใบด้านบนของชงโคดำ

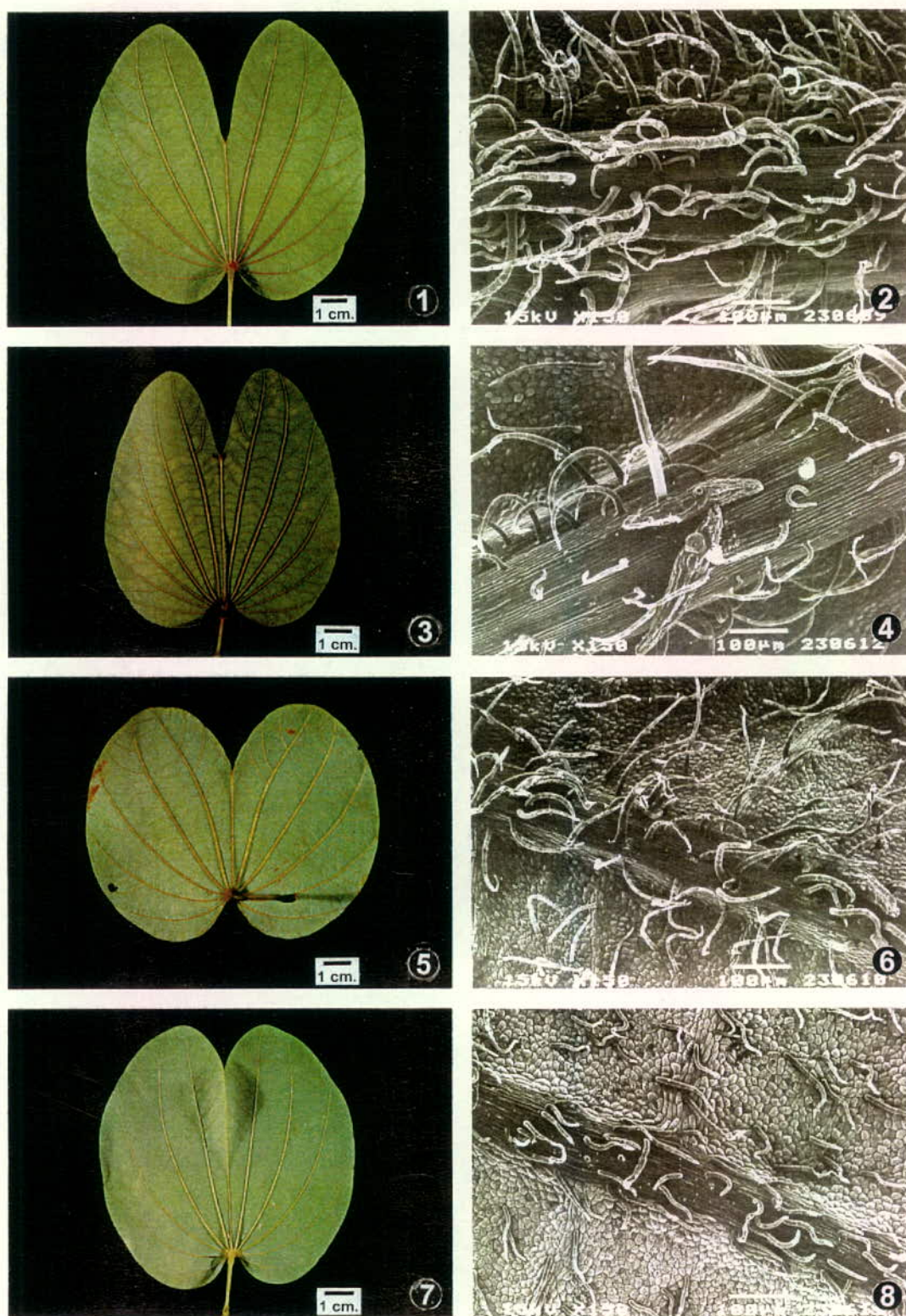
เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*



แผนภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะใบ (ซ้าย) และขนใบด้านล่างของชงโคดำ

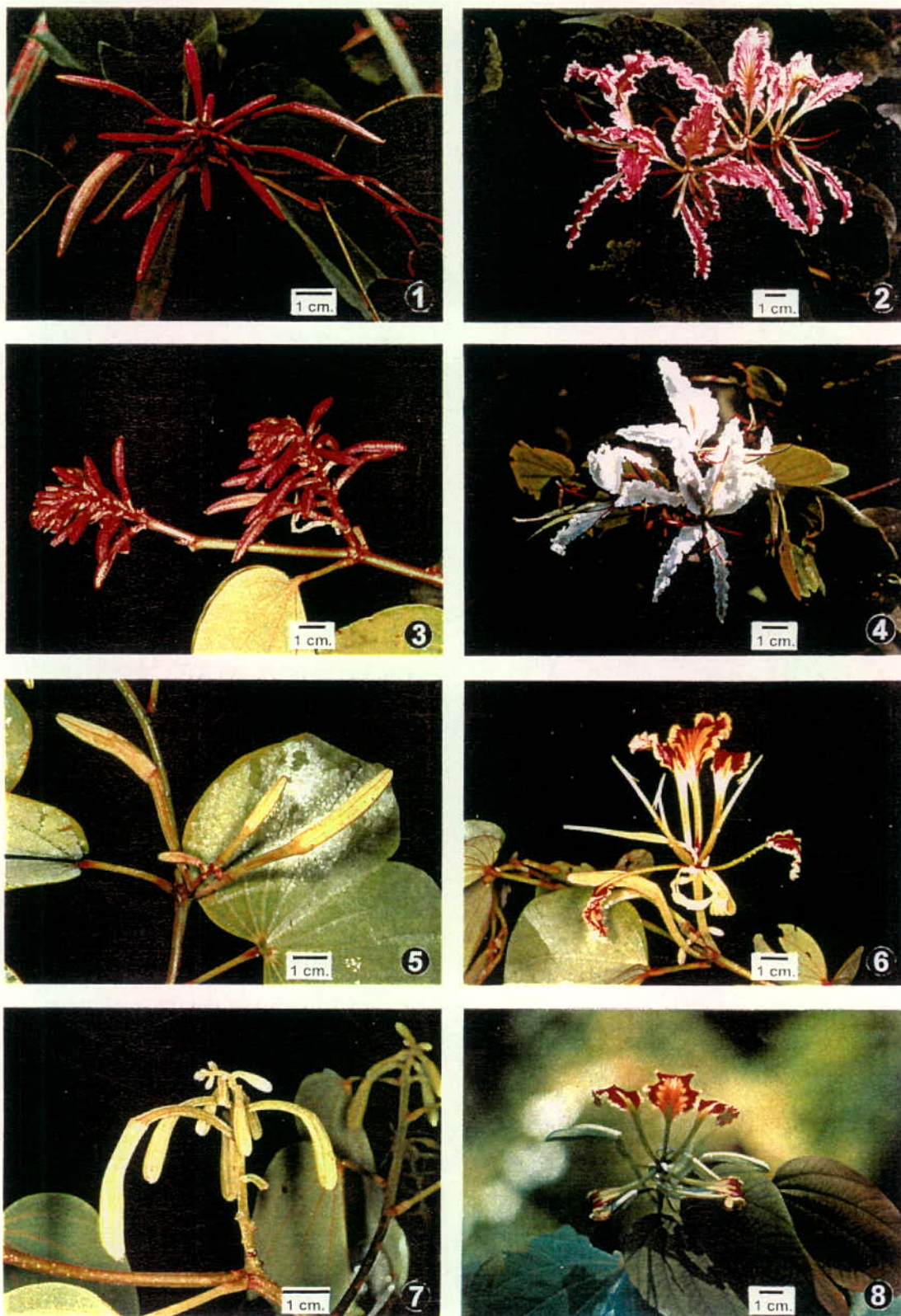
เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)

❶ ❷ *B. pottsii* var. *pottsii*

❸ ❹ *B. pottsii* var. *subsessilis*

❺ ❻ *B. pottsii* var. *mollissima*

❼ ❽ *B. pottsii* var. *velutina*



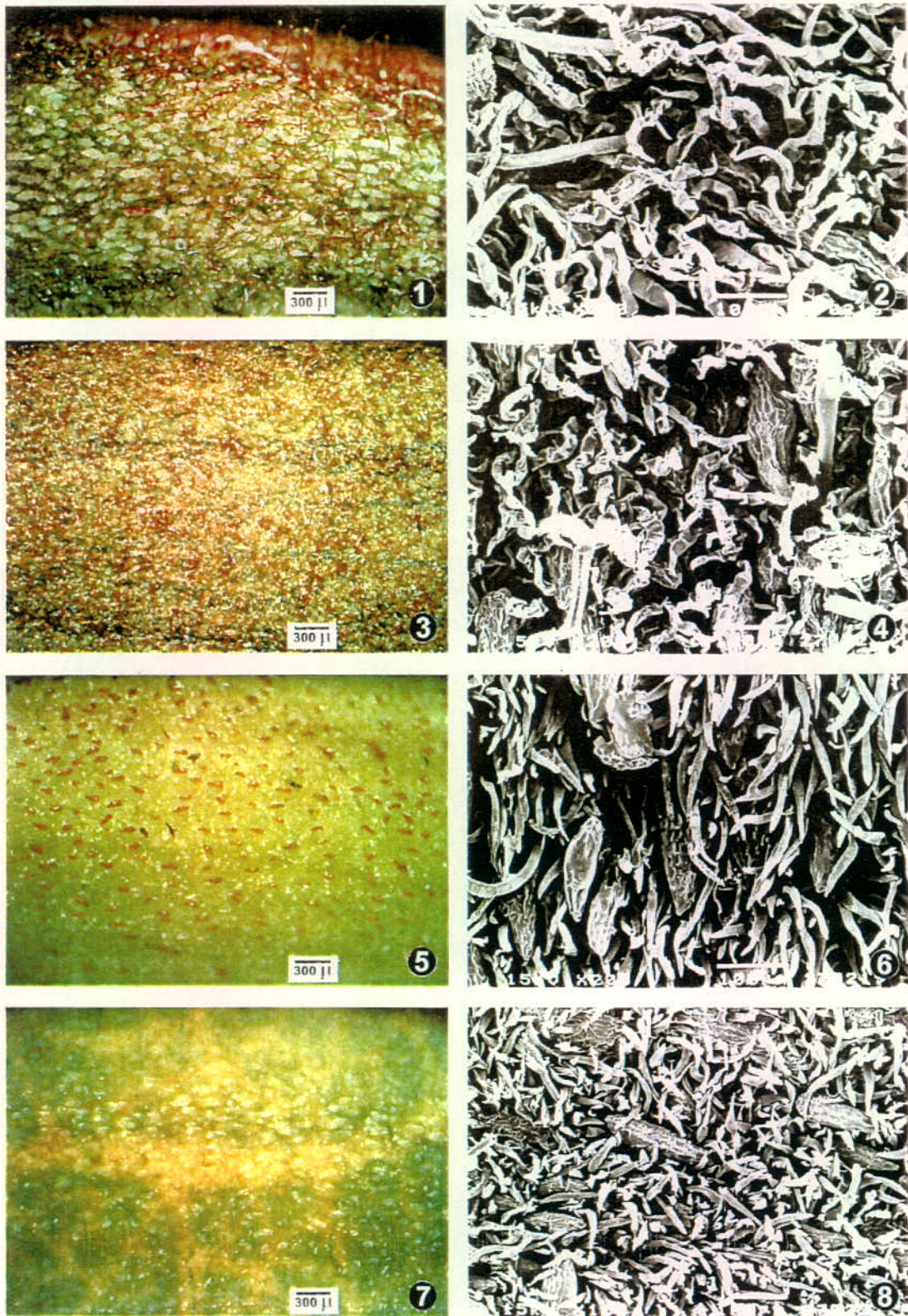
แผนภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะดอกตูม (ซ้าย) และช่อดอก (ขวา) ของชงโคดำในประเทศไทย

❶ ❷ *B. pottsii* var. *pottsii*

❸ ❹ *B. pottsii* var. *subsessilis*

❺ ❻ *B. pottsii* var. *mollissima*

❼ ❽ *B. pottsii* var. *velutina*



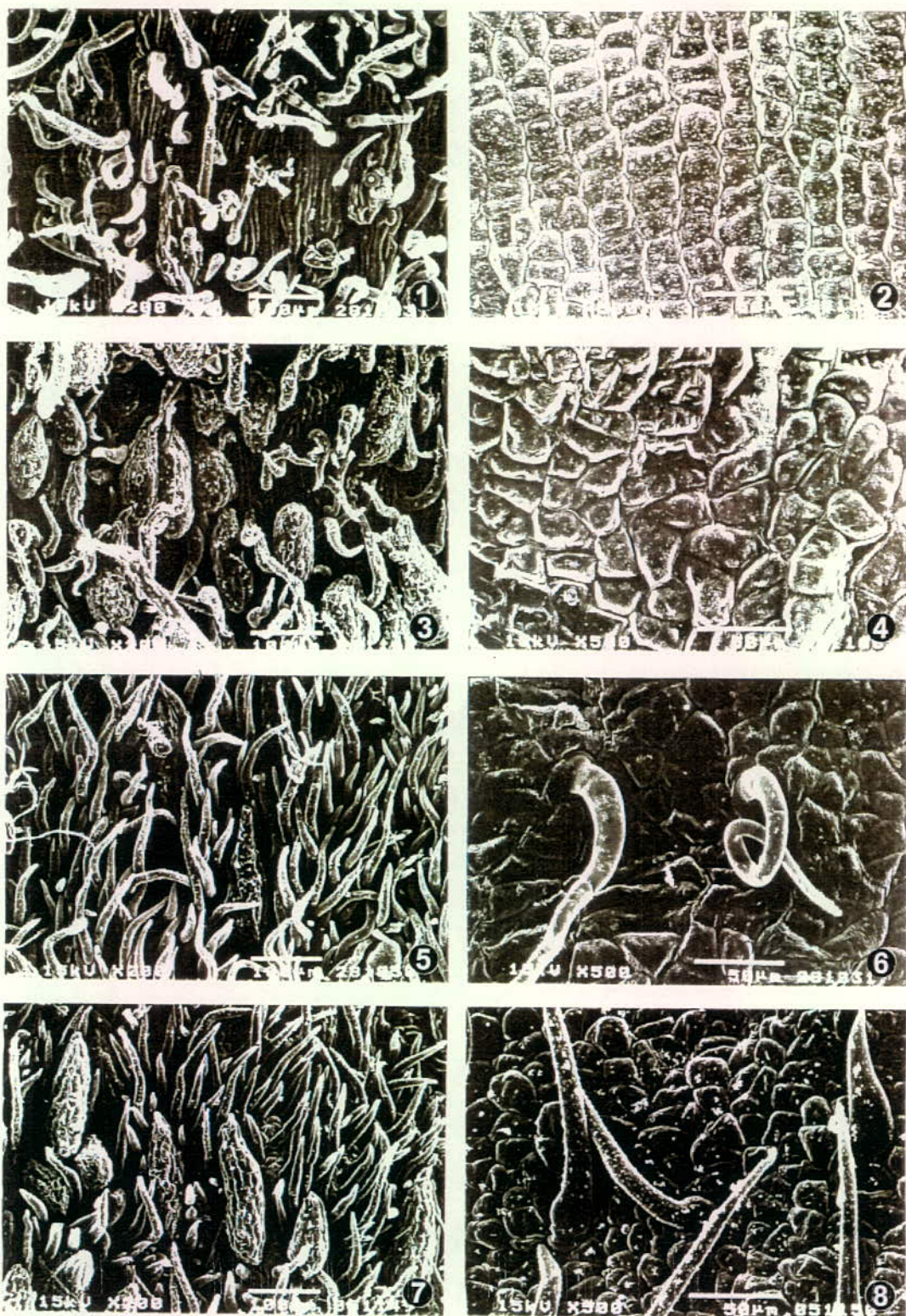
แผนภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะทางานแตกกิ่งของขี้ดัด เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (ซ้าย) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*



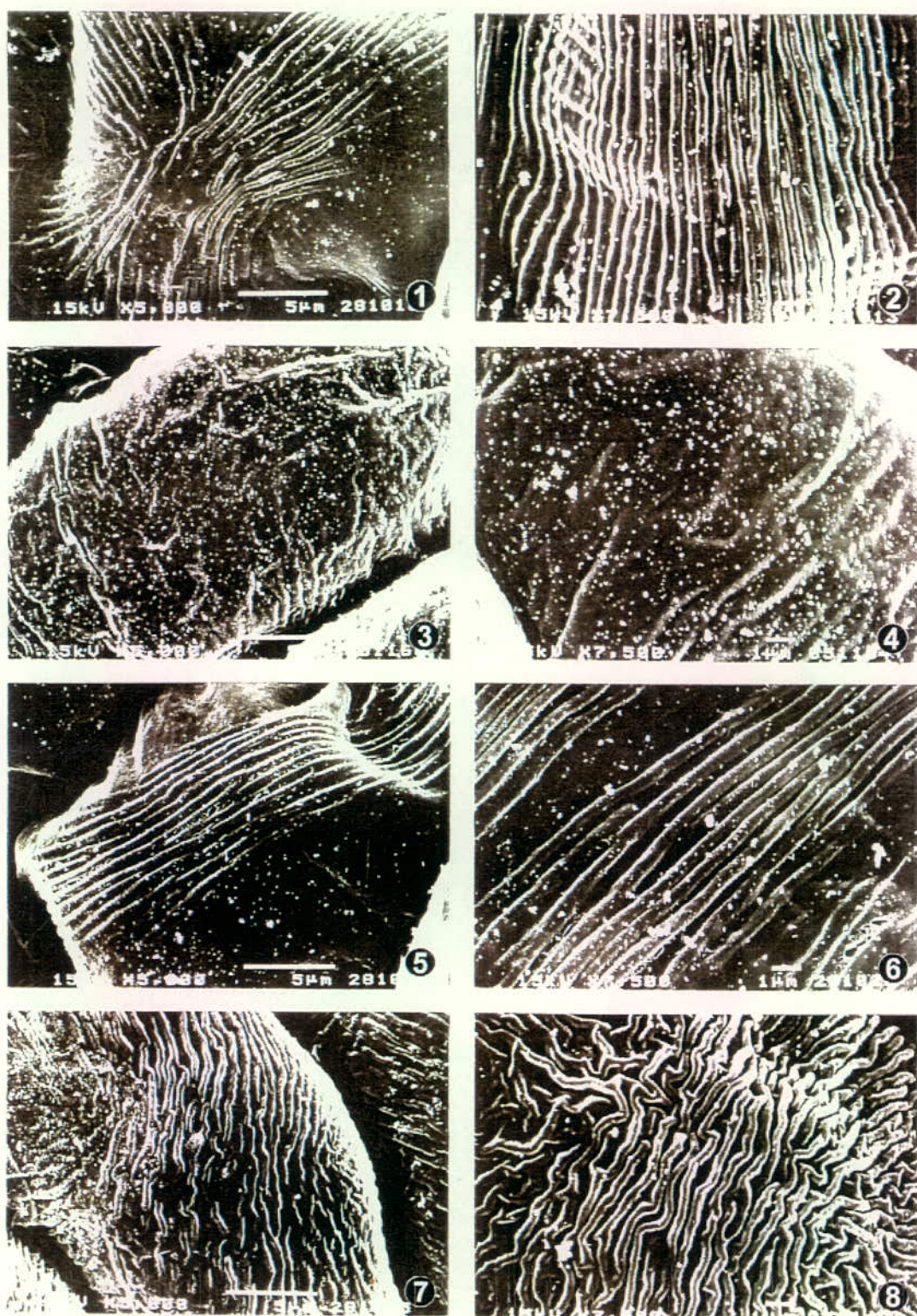
แผนภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะภายนอกผิวหนังด้านนอก (ซ้าย) และผิวหนังด้านใน (ขวา) ของกิ้งก่าเลี้ยง
ซงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*



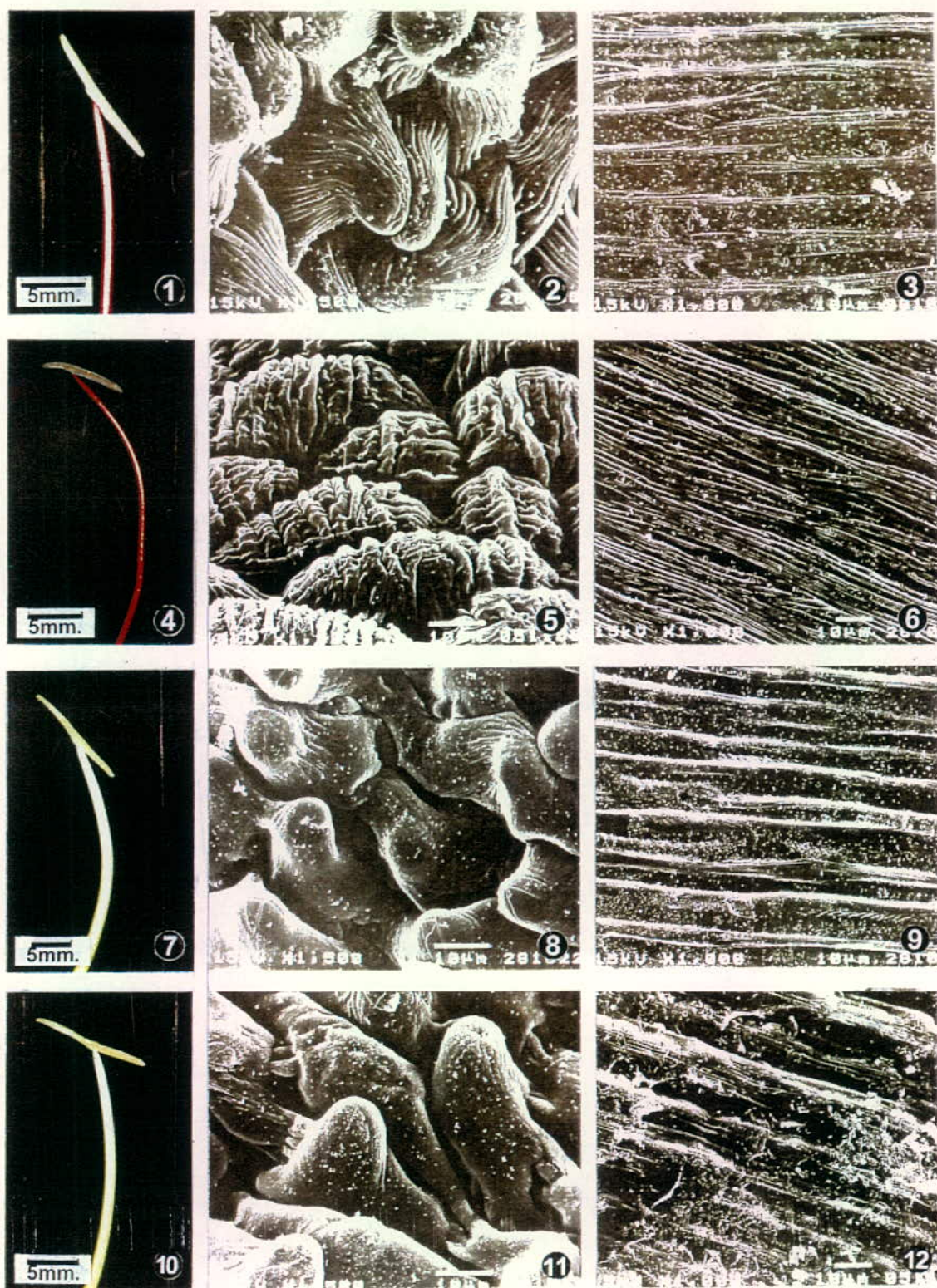
แผนภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะผิวด้านบน (ซ้าย) และผิวด้านล่าง (ขวา) ของกลีบดอกขงโคต
เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*



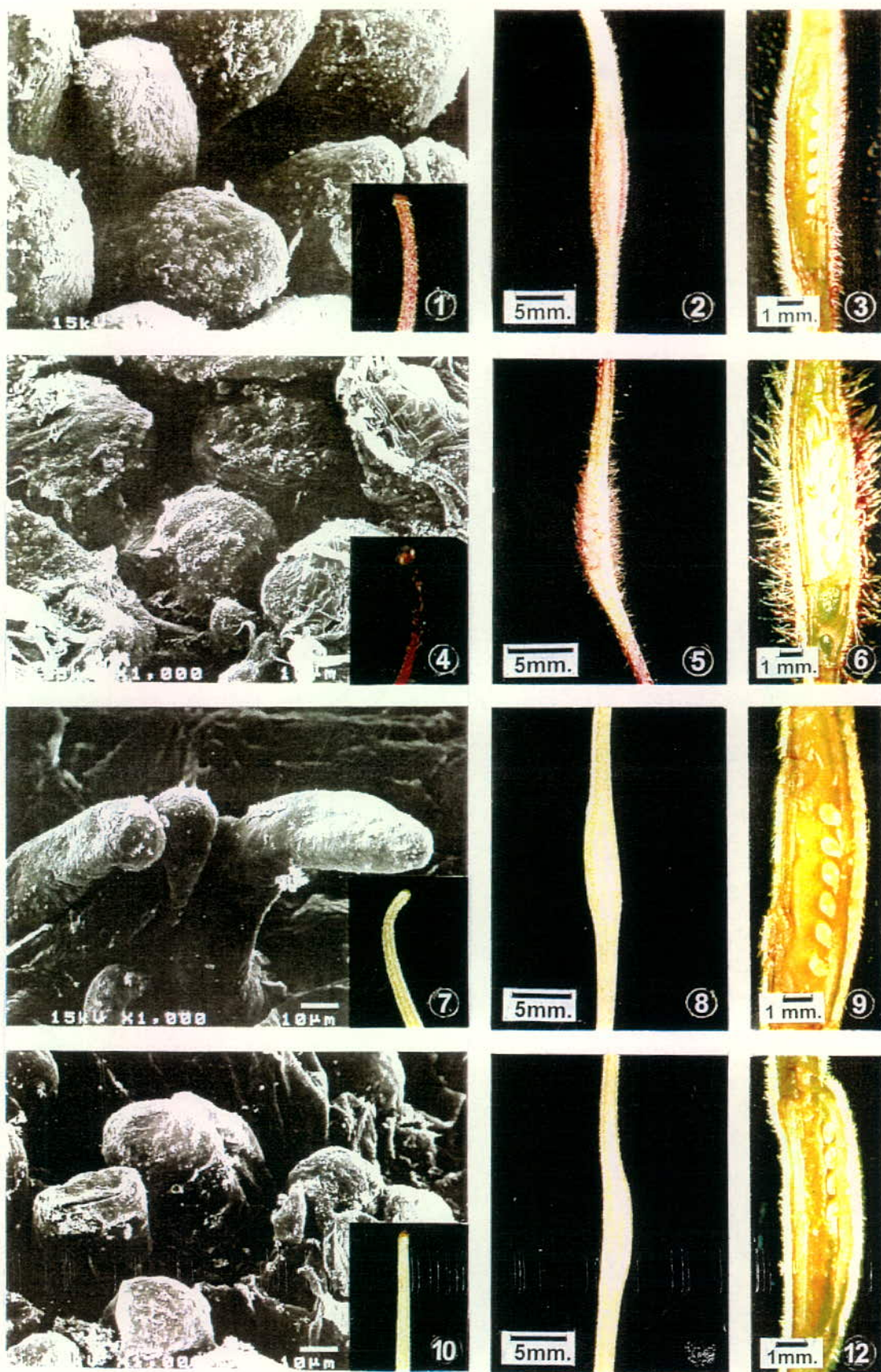
แผนภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะเกสรเพศผู้ (ซ้าย) ผิวกลับเรณู (กลาง) และผิวก้านชูกลับเรณู (ขวา) ของชงโคดำเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

① ② ③ *B. pottsii* var. *pottsii*

④ ⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑦ ⑧ ⑨ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑩ ⑪ ⑫ *B. pottsii* var. *velutina*



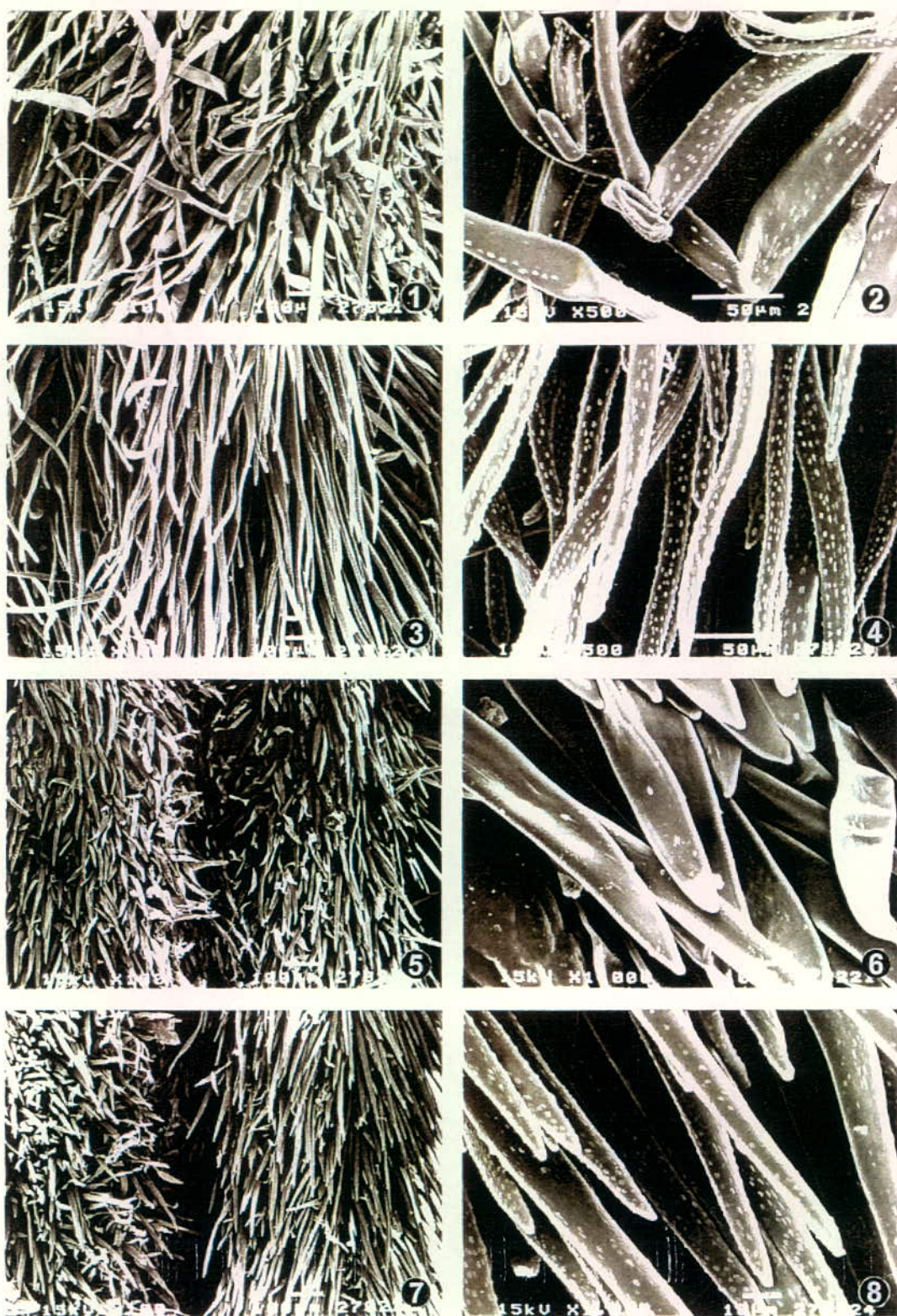
แผนภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะยอดเกสรเพศเมียของชงโคดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ซ้าย) และรังไข่ (กลาง) กับอวูล (ขวา) เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

① ② ③ *B. pottsii* var. *pottsii*

④ ⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑦ ⑧ ⑨ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑩ ⑪ ⑫ *B. pottsii* var. *velutina*



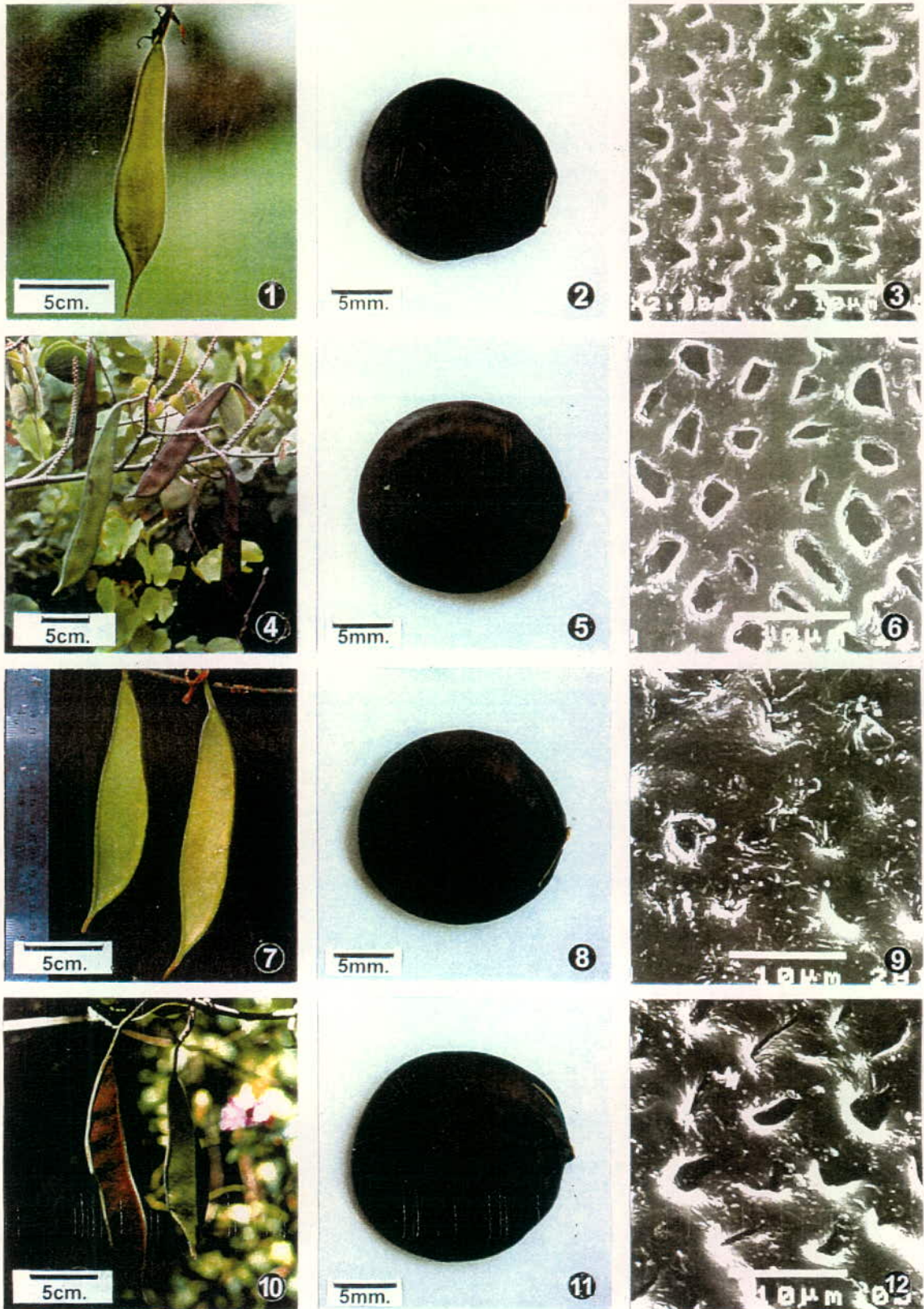
แผนภาพที่ 4.11 แสดงลักษณะภายนอกของช่อดอกของช่อดอกไม้เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*



แผนภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะฝัก (ซ้าย) เมล็ด (กลาง) และผิวของเมล็ดของโคดำเมื่อใช้

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)

① ② ③ *B. pottsii* var. *pottsii*

④ ⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑦ ⑧ ⑨ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑩ ⑪ ⑫ *B. pottsii* var. *velutina*

4.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ 4 พันธุ์คือ *B. pottsii* var. *pottsii* ซึ่งเก็บรวบรวมจากจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดปัตตานี รวม 100 ตัวอย่าง *B. pottsii* var. *subsessilis* เก็บรวบรวมจากจังหวัดระยอง ตรัง และสุราษฎร์ธานี รวม 150 ตัวอย่าง *B. pottsii* var. *mollissima* เก็บรวบรวมจากจังหวัดตรังและพังงา รวม 100 ตัวอย่าง และ *B. pottsii* var. *velutina* เก็บรวบรวมจากจังหวัดระนองและชุมพร รวม 100 ตัวอย่าง (ตารางที่ 3.1) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดสรุปได้ดังนี้

B. pottsii var. *pottsii* G. Don

รูปร่าง (shape class)	:	ค่อนข้างกลมหรือคล้ายรูปไข่ (subspheroidal หรือ prolate spheroidal) มีสมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry) อยู่รวมเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 เรณูเรียงตัวเป็นรูปพีระมิด (tetrahedral tetrad)
ขนาด (size)	:	tetrad = (97.00) – 126.66 – (148.00) ไมครอน P = (49.00) – 63.59 – (74.00) ไมครอน E = (51.00) – 58.67 – (82.00) ไมครอน P/E = 0.86 – 1.25
ช่องเปิด (aperture)	:	มีขั้ว (polarity) แบบ isopolar มีช่องเปิดแบบ 3 – colporate เรียงตามแนวศูนย์สูตร (equatorial aperture) มีความยาวประมาณ 1/3-1/2 ของความยาวเรณูแนว polar axis ความกว้างช่องเปิด = (3.00) – 7.54 – (16.00) ไมครอน ความยาวช่องเปิด = (26.00) – 48.93 – (67.00) ไมครอน
พื้นที่บริเวณขั้ว (apocolpium)	:	ขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ = (0.21) – 0.49 – (1.00) ไมครอน
ลวดลายผิว (ornamentation)	:	แบบ perforate ขนาดประมาณ 0.50 – 1.00 ไมครอน ผิวช่องเปิดมี granule กระจายทั่วไป บริเวณฐานที่แต่ละเรณูเชื่อมติดกันมีตุ่มนูนขนาดใหญ่ (verrucae) 2 ตุ่มเด่นชัด

B. pottsii var. *subsessilis* (Craib) de Wit

รูปร่าง (shape class)	:	รูปกลมแป้น (oblate หรือ suboblate) มีสมมาตรแบบรัศมี อยู่รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 เรณู เรียงตัวเป็นรูปพีระมิด
ขนาด (size)	:	tetrad = (97.00) – 117.40 – (133.00) ไมครอน P = (49.00) – 58.83 – (68.00) ไมครอน E = (54.00) – 68.62 – (82.00) ไมครอน P/E = 0.60 - 0.95
ช่องเปิด (aperture)	:	มีขั้ว แบบ isopolar มีช่องเปิดแบบ 3 – colporate ค่อนข้างสั้นประมาณ 1/5 -1/3 ของความยาวเรณูแนว polar axis เรียงตามแนวศูนย์สูตร ความกว้างช่องเปิด = (8.00) – 21.73 – (49.00) ไมครอน ความยาวช่องเปิด = (3.00) – 11.54 – (31.00) ไมครอน
พื้นที่บริเวณขั้ว (apocolpium)	:	ขนาดใหญ่มาก = (0.92) – 1.32 – (1.81) ไมครอน
ลวดลายผิว (ornamentation)	:	แบบ perforate มีรูขนาดประมาณ 0.50 – 1.00 ไมครอน ผิวช่องเปิดมีตุ่ม granule จำนวนมากปกคลุมทั่วไป

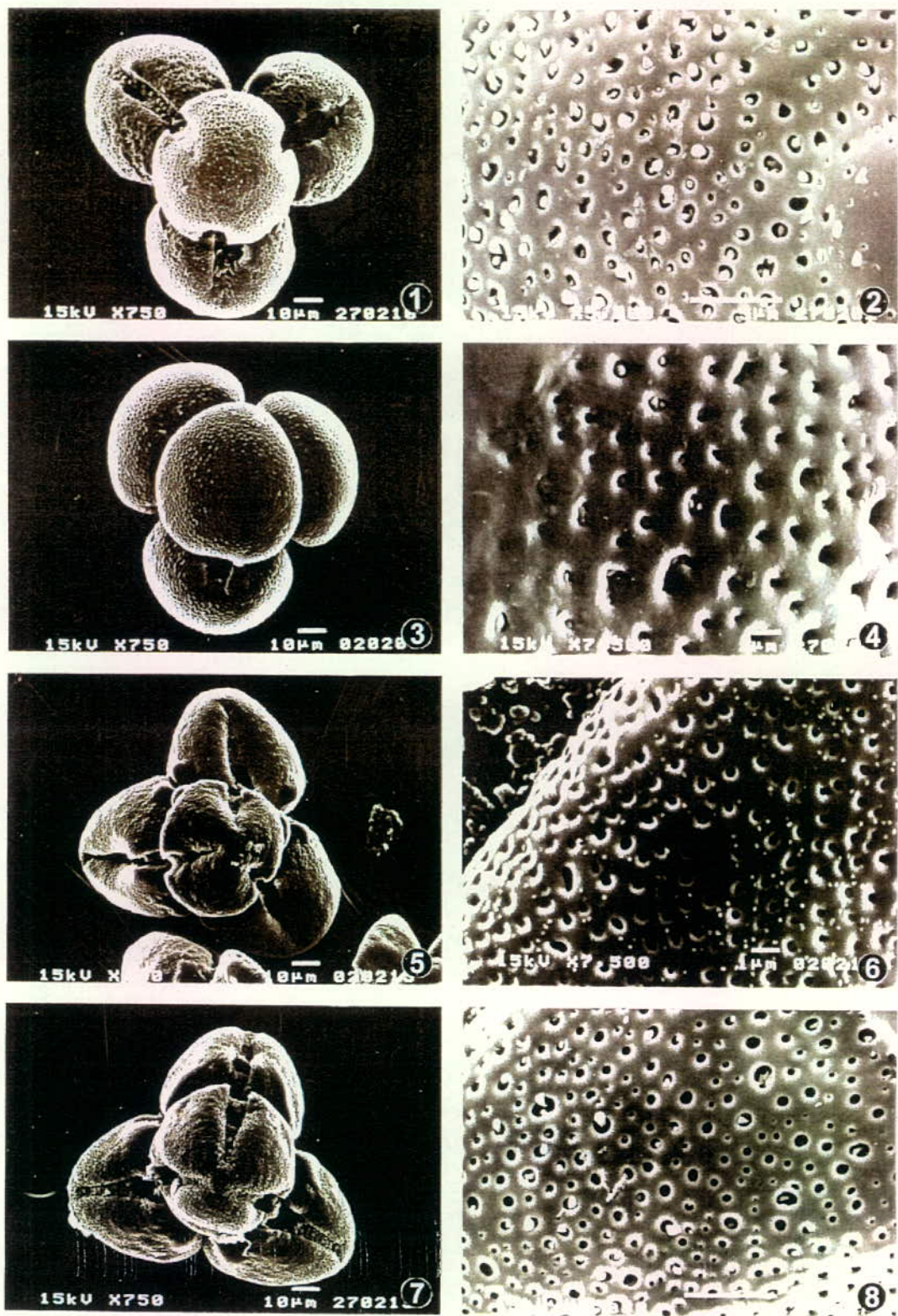
B. pottsii var. *mollissima* (Wall. ex Prain) K. & S. S. Larsen

รูปร่าง (shape class)	:	คล้ายรูปไข่ค่อนข้างรี (subprolate หรือ prolate spheroidal) มีสมมาตรแบบรัศมี อยู่รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 เรณู เรียงตัวเป็นรูปพีระมิด
ขนาด (size)	:	tetrad = (92.00) – 114.70 – (128.00) ไมครอน P = (46.00) – 57.50 – (64.00) ไมครอน E = (50.00) – 55.65 – (64.00) ไมครอน P/E = 0.85 - 1.20
ช่องเปิด (aperture)	:	มีขั้ว แบบ isopolar มีช่องเปิดแบบ 3 – colporate เรียงตามแนวศูนย์สูตร ยาวประมาณ 3/5 - 4/5 ของความยาวเรณูแนว polar axis ความกว้างช่องเปิด = (3.00) – 8.89 – (16.00) ไมครอน

- ความยาวช่องเปิด = $(22.00) - 48.15 - (59.00)$ ไมครอน
 พื้นที่บริเวณขั้ว : ขนาดเล็กหรือขนาดกลาง = $(0.14) - 0.32 - (0.60)$ ไมครอน
 (apocolpium)
 ลวดลายผิว : แบบ perforate มีรูขนาดประมาณ $0.50 - 1.00$ ไมครอน
 (ornamentation) ผิวช่องเปิดมี granule กระจายทั่วไป บริเวณฐานที่แต่ละเรณู
 เชื่อมติดกัน มีตุ่มนูนขนาดใหญ่ (verrucae) $2 - 4$ ตุ่มเด่นชัด

B. pottsii var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S. S. Larsen

- รูปร่าง : คล้ายรูปไข่ค่อนข้างรี (subprolate หรือ prolate spheroidal)
 (shape class) มีสมมาตรแบบรัศมี อยู่รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 เรณู
 เรียงตัวเป็นรูปพีระมิด
- ขนาด : tetrad = $(82.00) - 111.94 - (133.00)$ ไมครอน
 (size) P = $(41.00) - 56.12 - (67.00)$ ไมครอน
 E = $(42.00) - 53.51 - (68.00)$ ไมครอน
 P/E = $0.80 - 1.20$
- ช่องเปิด : มีขั้วแบบ isopolar
 (aperture) มีช่องเปิดแบบ 3 - colporate เรียงตามแนวศูนย์สูตร
 ยาวประมาณ $3/4 - 4/5$ ของความยาวเรณูแนว polar axis
 ความกว้างช่องเปิด = $(3.00) - 8.65 - (15.00)$ ไมครอน
 ความยาวช่องเปิด = $(26.00) - 47.58 - (58.00)$ ไมครอน
- พื้นที่บริเวณขั้ว : ขนาดเล็กหรือขนาดกลาง = $(0.17) - 0.31 - (0.60)$ ไมครอน
 (apocolpium)
- ลวดลายผิว : แบบ perforate มีรูขนาดประมาณ $0.50 - 1.00$ ไมครอน
 (ornamentation) ผิวช่องเปิดมี granule กระจายทั่วไป บริเวณฐานที่แต่ละเรณู
 เชื่อมติดกันมีตุ่มขนาดใหญ่ (verrucae) $2 - 4$ ตุ่มเด่นชัด



แผนภาพที่ 4.13 แสดงรูปร่างลักษณะ (ซ้าย) และ ลวดลายผิว (ขวา) ของเรณูชงโคดำ
เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

① ② *B. pottsii* var. *pottsii*

③ ④ *B. pottsii* var. *subsessilis*

⑤ ⑥ *B. pottsii* var. *mollissima*

⑦ ⑧ *B. pottsii* var. *velutina*

4.3 การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ 20 ระบบ (ตารางที่ 3.4) ของชงโคดำที่พบในประเทศไทย 4 พันธุ์ คือ *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *subsessilis*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* พันธุ์ละ 30 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 120 ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค polyacrylamide gel electrophoresis พบลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ที่เป็น polymorphism ของไอโซไซม์ 6 ระบบ ดังนี้

4.3.1 แบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase (ACP)

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 7.5% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 1 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนว Tanksley และ Orton (1983) พบว่าปรากฏแถบไอโซไซม์ 2 แถบ คือ ACP 1 และ ACP 2 มีค่า Rf เท่ากับ 0.60 และ 0.65 ตามลำดับ โดย *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีเฉพาะแถบไอโซไซม์ ACP 2 เพียงแถบเดียวเหมือนกัน ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ก็มีเฉพาะแถบไอโซไซม์ ACP1เพียงแถบเดียวเช่นกัน (แผนภาพที่ 4.14) ดังนั้นแบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase จึงแสดงให้เห็นว่า *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันและมีความแตกต่างจาก *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันเช่นเดียวกัน

4.3.2 แบบแผนไอโซไซม์ esterase (EST)

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ esterase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 8.5% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 2 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนว Tanksley และ Rick (1980) พบว่าปรากฏแถบไอโซไซม์รวมทั้งสิ้น 10 แถบคือ EST 1 ถึง EST 10 ซึ่งมีค่า Rf เท่ากับ 0.07, 0.17, 0.24, 0.31, 0.36, 0.40, 0.44, 0.60, 0.67 และ 0.71 ตามลำดับ โดย *B. pottsii* var. *pottsii* มีแถบไอโซไซม์ esterase เพียง 2 แถบคือ EST 4 กับ EST 9 ในขณะที่ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีแถบไอโซไซม์ esterase 4 แถบคือ EST 3, EST 5, EST 8 และ EST 10 สำหรับ *B. pottsii* var. *mollissima* ก็มีแถบไอโซไซม์ esterase 4 แถบเช่นกัน คือ EST 3, EST 6, EST 8 และ EST 9 ส่วน *B. pottsii*

var. *velutina* มีแถบไอโซไซม์ esterase มากที่สุดถึง 7 แถบ ได้แก่ EST 1, EST 2, EST 3, EST 4, EST 5, EST 7 และ EST 9 (แผนภาพที่ 4.15) จะเห็นว่าแถบไอโซไซม์ EST 1, EST 2 และ EST 7 นั้นพบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *velutina* เท่านั้น ในขณะที่ EST 3 นั้นพบในชงโคดำทั้ง 3 พันธุ์แต่ไม่พบใน *B. pottsii* var. *pottsii* สำหรับ EST 4 พบทั้งใน *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *velutina* แต่ไม่พบใน *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *mollissima* ส่วน EST 5 พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *velutina* สำหรับ EST 6 พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *mollissima* เท่านั้น EST 8 พบทั้งใน *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *mollissima* EST 9 พบในชงโคดำทุกพันธุ์ยกเว้น *B. pottsii* var. *subsessilis* และ EST 10 พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *subsessilis* เท่านั้น (ตารางที่ 4.4)

นอกจากนั้นยังพบว่าแถบไอโซไซม์ esterase ของ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นไม่ตรงกับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* เลย แต่ตรงกับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *mollissima* 1 แถบ คือ EST 9 และตรงกับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *velutina* ถึง 2 แถบคือ EST 4 และ EST 9 ส่วนแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นตรงกับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *mollissima* 2 แถบคือ EST 3 และ EST 8 และตรงกับ *B. pottsii* var. *velutina* 2 แถบเช่นกันคือ EST 3 และ EST 5 สำหรับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *mollissima* นั้นตรงกับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *velutina* 2 แถบเช่นเดียวกัน คือ EST 3 และ EST 9

4.3.3 แบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase (GOT)

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 8.5% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 2 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนวชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2538) พบว่าปรากฏแถบไอโซไซม์รวมทั้งสิ้น 3 แถบ คือ GOT 1, GOT 2 และ GOT 3 มีค่า Rf เท่ากับ 0.14, 0.20 และ 0.26 ตามลำดับ โดย *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ต่างก็มีแถบไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase เพียง 1 แถบเหมือนกันคือ GOT 3 ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีแถบไอโซไซม์ชนิดนี้ทั้ง 3 แถบเหมือนกันคือ GOT 1, GOT 2 และ GOT 3 (แผนภาพที่ 4.16) ดังนั้นแบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase จึงแสดงให้เห็นว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับ

B. pottsii var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เช่นเดียวกัน

4.3.4 แบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase (MDH)

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 8% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 3 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนว Conkle และคณะ (1982) พบว่าปรากฏแถบไอโซไซม์ รวมทั้งสิ้น 3 แถบ คือ MDH 1, MDH 2 และ MDH 3 มีค่า Rf เท่ากับ 0.43, 0.50 และ 0.57 ตามลำดับ โดย *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีแถบไอโซไซม์ชนิดนี้ เพียง 1 แถบเหมือนกันคือ MDH 3 ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ต่างก็มีแถบไอโซไซม์ชนิดนี้ครบทั้ง 3 แถบเหมือนกันคือ MDH 1, MDH 2 และ MDH 3 (แผนภาพที่ 4.17) แสดงให้เห็นว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีความใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันเช่นเดียวกัน

4.3.5 แบบแผนไอโซไซม์ peroxidase (PER)

การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 7.5% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 2 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนวชานพิศ อรุณรังสิกุล (2538) พบว่าปรากฏแถบไอโซไซม์รวมทั้งสิ้น 16 แถบ คือ PER 1 ถึง PER 10 ซึ่งมีค่า Rf เท่ากับ 0.19, 0.24, 0.26, 0.28, 0.30, 0.33, 0.35, 0.40, 0.42, 0.44, 0.46, 0.48, 0.49, 0.52, 0.56 และ 0.59 ตามลำดับ (แผนภาพที่ 4.18) โดยพบว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีแถบไอโซไซม์ peroxidase 11 แถบ คือ PER 1, PER 4-6, PER 9 และ PER 11-16 ส่วน *B. pottsii* var. *subsessilis* มี 9 แถบ คือ PER 1, PER 4-6, PER 9, PER 11 และ PER 13-15 สำหรับ *B. pottsii* var. *mollissima* นั้นมี 11 แถบ คือ PER 2, PER 4-8, PER 10-11 และ PER 13-15 และ *B. pottsii* var. *velutina* ก็มี 11 แถบ เช่นกัน คือ PER 1, PER 3-6 และ PER 11-16

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแถบไอโซไซม์ที่พบในชงโคดำแต่ละพันธุ์ (ตารางที่ 4.4) จะเห็นว่าแถบไอโซไซม์ peroxidase ที่พบในชงโคดำทุกพันธุ์มีถึง 7 แถบ คือ PER 4-

6, PER 11 และ PER 13-15 ส่วนแถบไอโซไซม์ที่พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *mollissima* เท่านั้น มี 4 แถบ คือ PER 2, PER 7-8 และ PER 10 และพบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *velutina* มีเพียงแถบเดียวคือ PER 3 สำหรับแถบไอโซไซม์ PER 1 นั้น พบในชงโคดำเกือบทุกพันธุ์ยกเว้น *B. pottsii* var. *mollissima* เท่านั้น ส่วนแถบไอโซไซม์ PER 9 พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ในขณะที่แถบไอโซไซม์ PER 12 พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *velutina* และแถบไอโซไซม์ PER 16 ก็พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *velutina* เท่านั้น

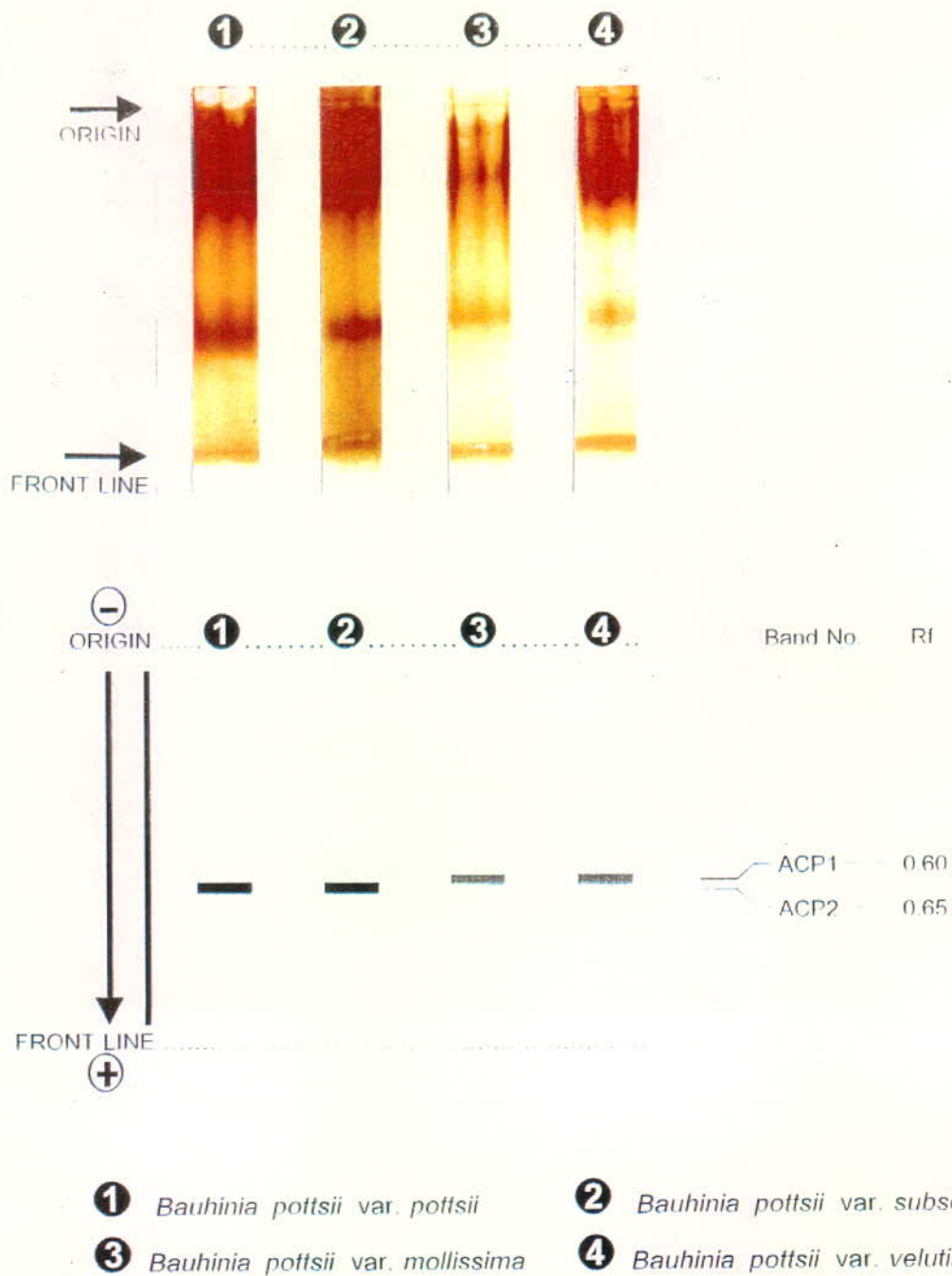
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* พบว่ามีแถบไอโซไซม์ตรงกันถึง 9 แถบ กล่าวคือแถบไอโซไซม์ทั้ง 9 แถบ ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* พบใน *B. pottsii* var. *pottsii* ทั้งหมดเพียงแต่มีความเข้มสีแตกต่างกันเท่านั้น และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ไม่มีแถบไอโซไซม์ PER 12 กับ PER 16 เมื่อเปรียบเทียบกับ *B. pottsii* var. *mollissima* พบว่าแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *pottsii* เหมือนกับแถบไอโซไซม์ *B. pottsii* var. *mollissima* รวมทั้งสิ้น 7 แถบ คือ PER 4-6, PER 11 และ PER 13-15 และมีแถบไอโซไซม์ต่างกัน 8 แถบ คือ PER 1-2, PER 7-9, PER 10, PER 12 และ PER 16 สำหรับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีแถบไอโซไซม์เหมือนกับ *B. pottsii* var. *pottsii* ถึง 10 แถบ คือ PER 1, PER 4-6, PER 11-16 ต่างกันเพียง 2 แถบ เท่านั้นคือ PER 3 และ PER 9

เมื่อเปรียบเทียบแถบไอโซไซม์ peroxidase ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* กับ *B. pottsii* var. *mollissima* พบว่ามีแถบไอโซไซม์เหมือนกัน 7 แถบ คือ PER 4-6, PER 11, PER 13-15 และแตกต่างกัน 6 แถบ คือ PER 1, PER 2, PER 7-10 ส่วน *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีแถบไอโซไซม์เหมือนกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* 8 แถบคือ PER 1, PER 4-6, PER 11, PER 13-15 และแตกต่างกัน 4 แถบ คือ PER 3, PER 9, PER 12 และ PER 16

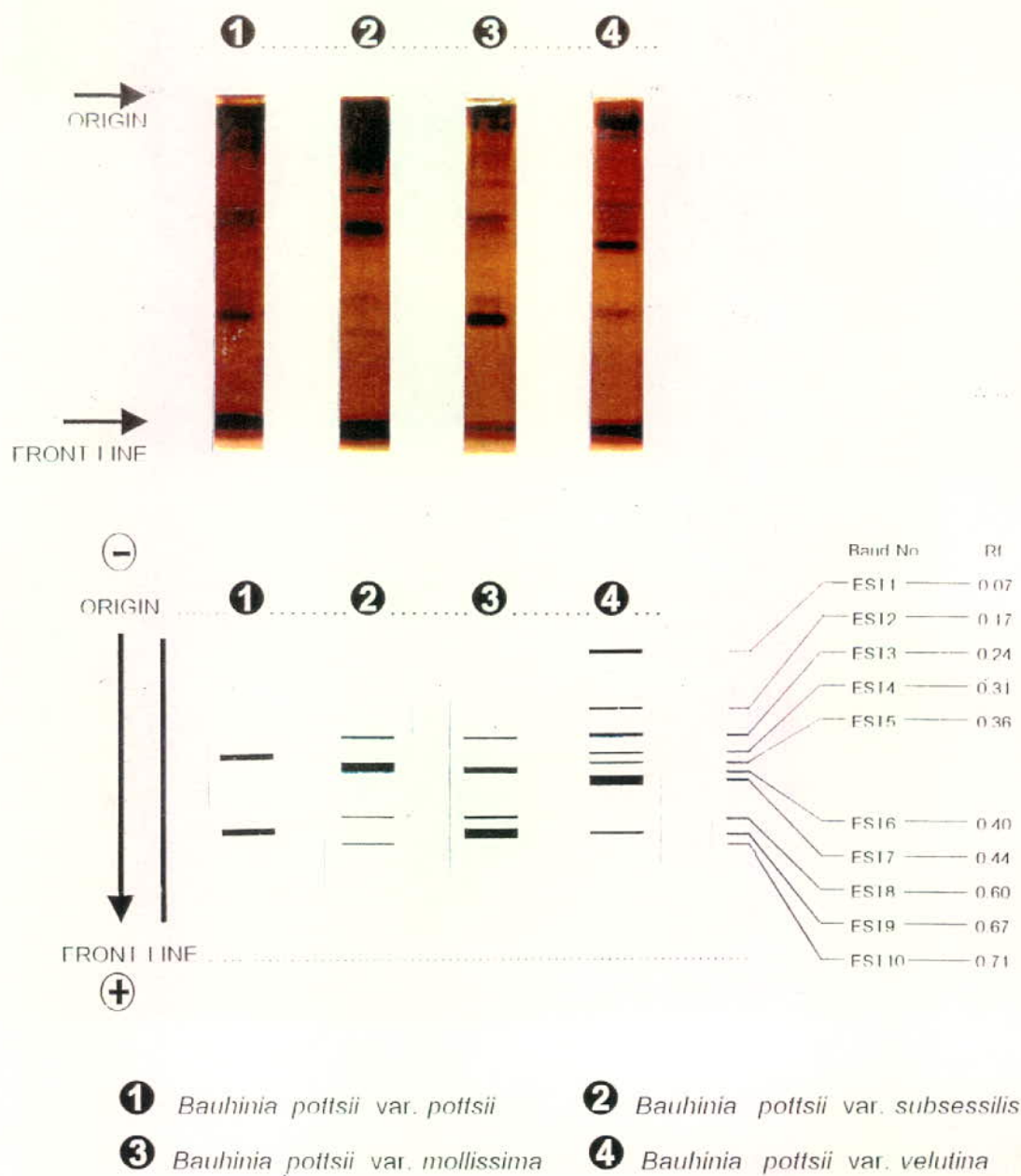
สำหรับแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นพบว่าเหมือน 7 แถบ คือ PER 4-6, PER 11, PER 13-15 และแตกต่างกัน 8 แถบ คือ PER 1-3, PER 7-8, PER 10, PER 12 และ PER 16

4.3.6 แบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase (SKDH)

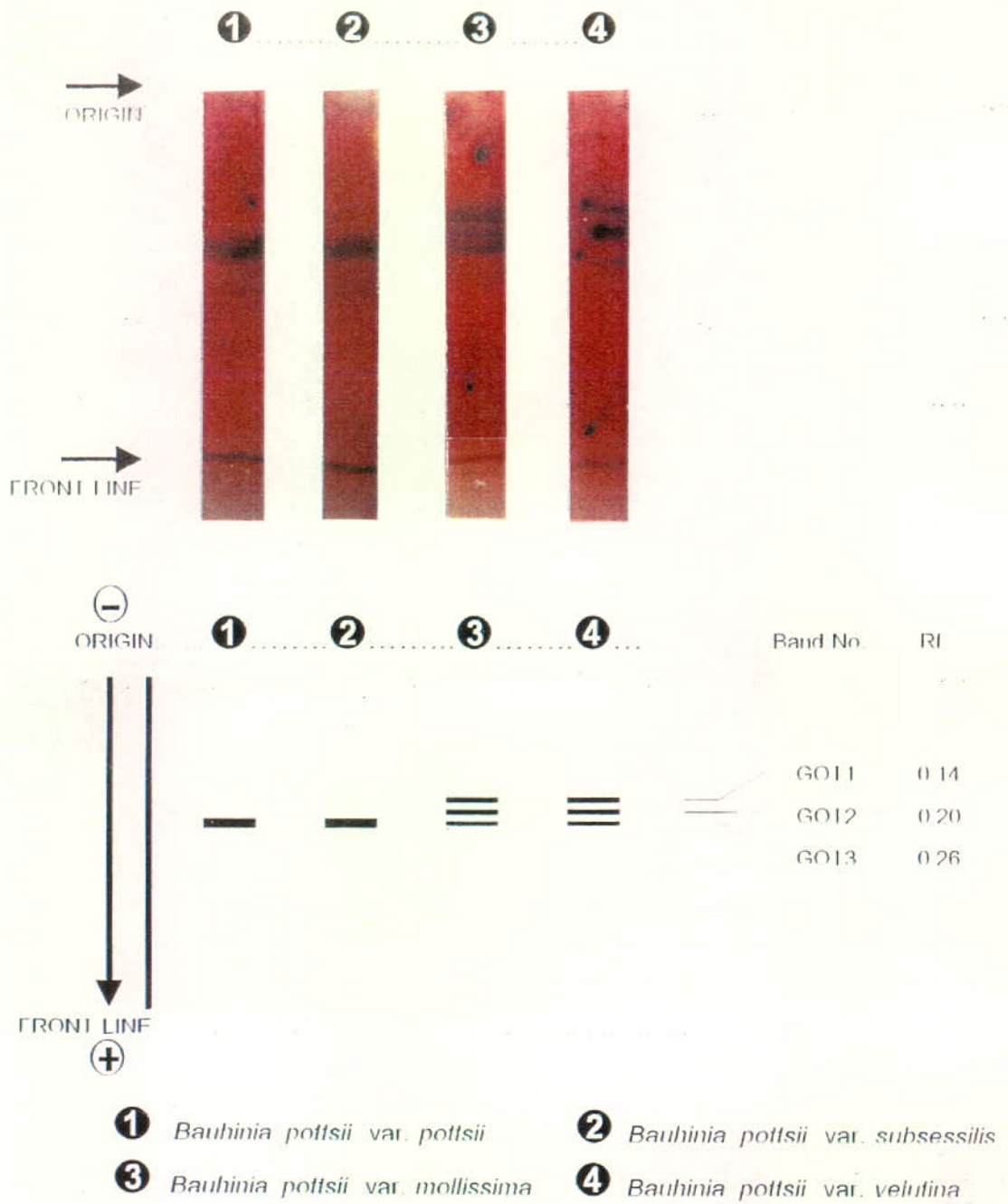
การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase ของชงโคดำ 4 พันธุ์ ด้วยวิธี polyacrylamide gel electrophoresis โดยใช้ stacking gel 5% separating gel 8.5% สารสกัดไอโซไซม์ซึ่งใช้ extraction buffer สูตร 3 (ตารางที่ 3.3) ปริมาตร 8 ไมโครลิตร และย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ตามแนว Conkle และคณะ (1982) พบว่าปรากฏแถบ ไอโซไซม์ 2 แถบ คือ SKDH 1 และ SKDH 2 ซึ่งมีค่า Rf เท่ากับ 0.38 และ 0.43 ตามลำดับ โดย *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีแถบไอโซไซม์ SKDH 2 เพียง แถบเดียวเหมือนกัน ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีแถบ ไอโซไซม์ 2 แถบเหมือนกัน คือ SKDH 1 และ SKDH 2 (แผนภาพที่ 4.19.1) แสดงให้เห็นว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันเช่นเดียวกัน



แผนภาพที่ 4.14 แบบแผนไอโซไซม์ Acid phosphatase ของขงโคดำในประเทศไทย



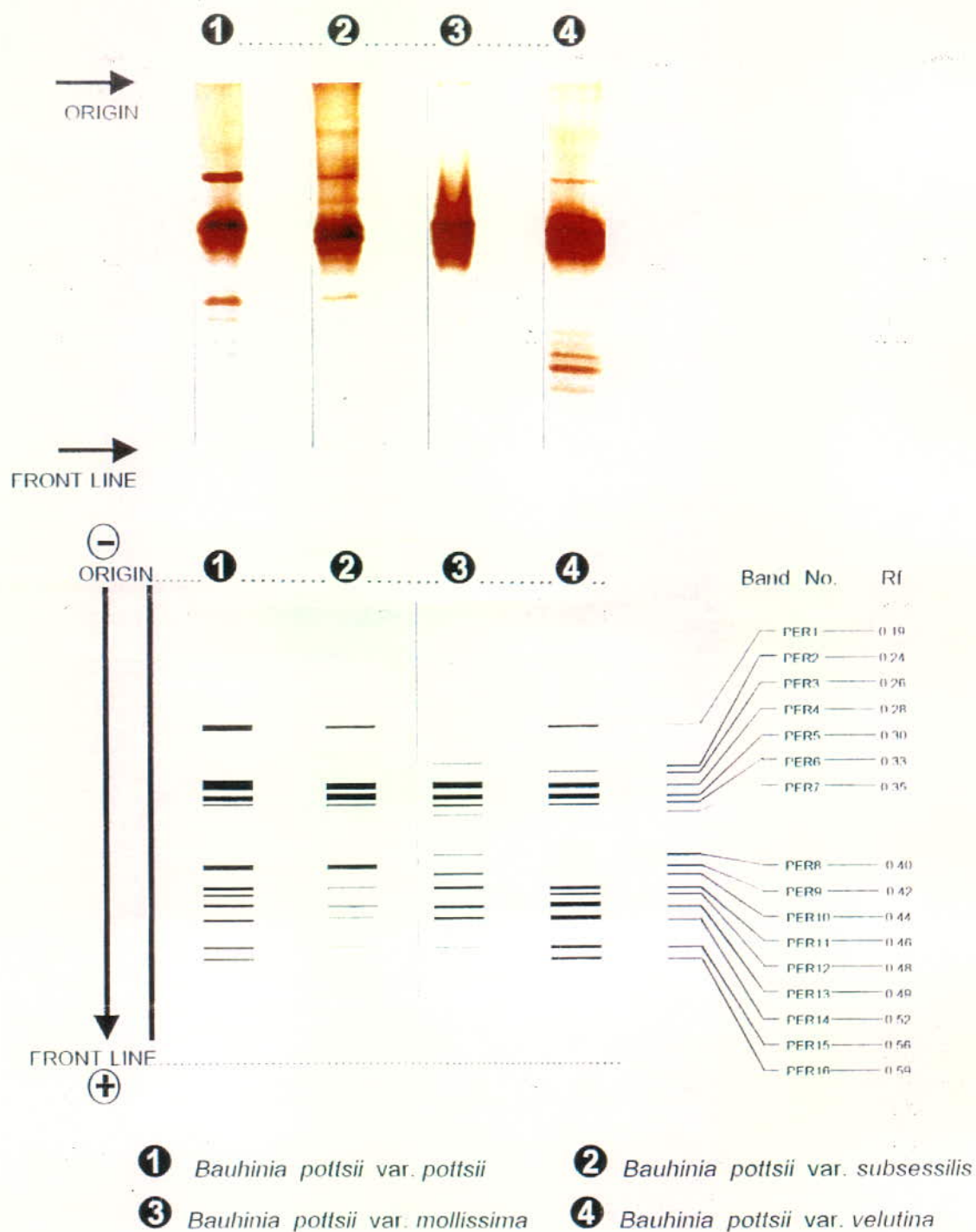
แผนภาพที่ 4.15 แบบแผนไอโซไซม์ Esterase ของชงโคดำในประเทศไทย



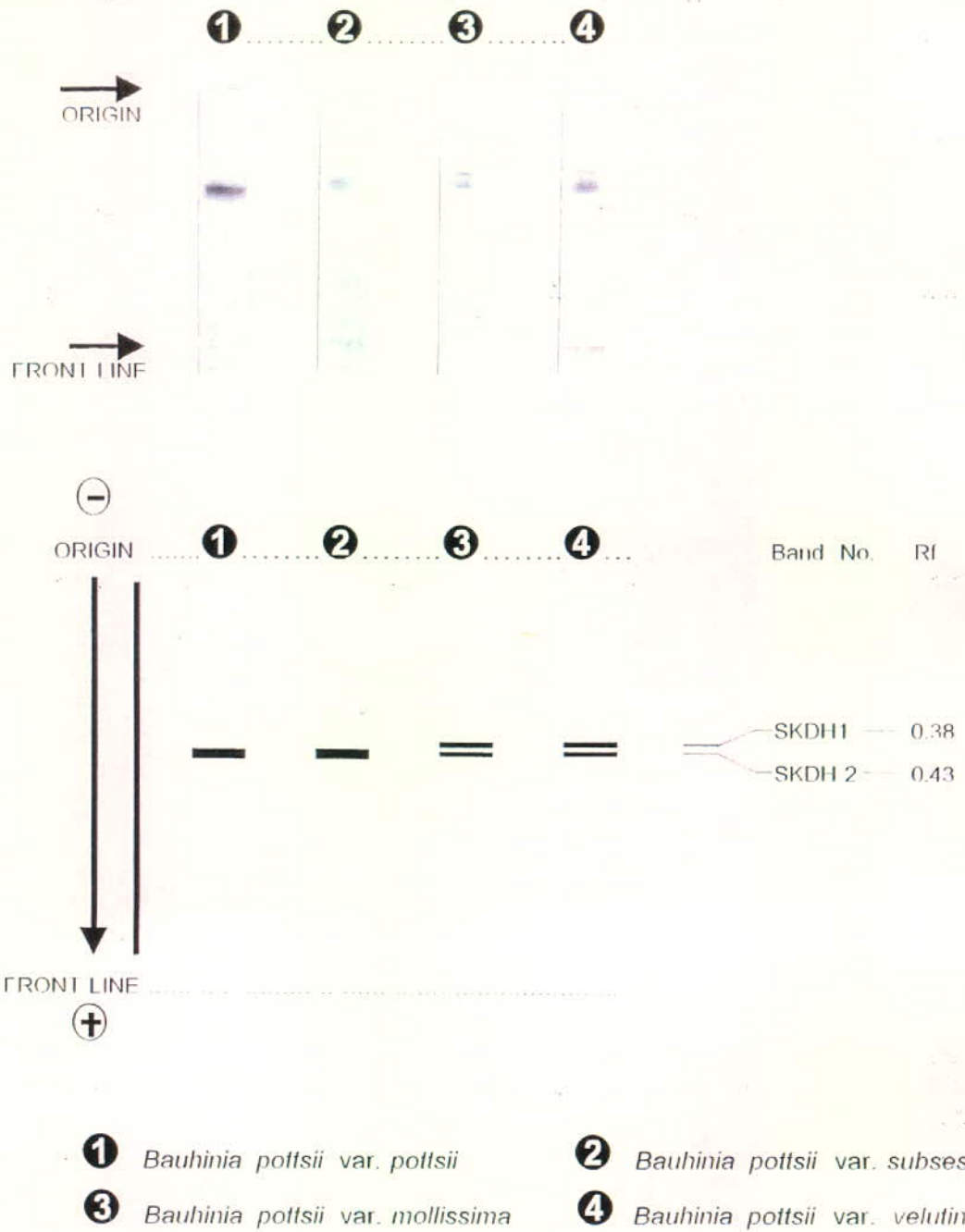
แผนภาพที่ 4.16 แยกแยะไอโซไซม์ Glutamate oxaloacetate transaminase ของชงโคดำในประเทศไทย



แผนภาพที่ 4.17 แบบแผนไอโซไซม์ Malate dehydrogenase ของชงโคดำในประเทศไทย



แผนภาพที่ 4.18 แบบแผนไอโซไซม์ Peroxidase ของขงโคดำในประเทศไทย



แผนภาพที่ 4.19.1 แผนภาพไอโซไซม์ Shikimate dehydrogenase ของชงโคดำในประเทศไทย

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Rf และจำนวนแถบไอโซไซม์ 6 ระบบของขงโคดำที่พบในประเทศไทย

ไอโซไซม์	Rf	<i>Bauhinia pottsii</i>			
		var. <i>pottsii</i>	var. <i>subsessilis</i>	var. <i>mollissima</i>	var. <i>velutina</i>
acid phosphatase					
ACP 1	0.60	-	-	*	*
ACP 2	0.65	**	**	-	-
จำนวนแถบไอโซไซม์		1	1	1	1
esterase					
EST 1	0.07	-	-	-	**
EST 2	0.17	-	-	-	*
EST 3	0.24	-	*	*	*
EST 4	0.31	**	-	-	*
EST 5	0.36	-	***	-	*
EST 6	0.40	-	-	-	**
EST 7	0.44	-	-	-	***
EST 8	0.60	-	*	*	-
EST 9	0.67	**	-	***	-
EST 10	0.71	-	*	-	-
จำนวนแถบไอโซไซม์		2	4	4	7
glutamate oxaloacetate transaminase					
GOT 1	0.14	-	-	*	*
GOT 2	0.20	-	-	*	*
GOT 3	0.26	*	*	*	*
จำนวนแถบไอโซไซม์		1	1	3	3
malate dehydrogenase					
MDH 1	0.43	-	-	**	**
MDH 2	0.50	-	-	**	**
MDH 3	0.57	*	*	**	**
จำนวนแถบไอโซไซม์		1	1	3	3

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ไอโซไซม์	Rf	<i>Bauhinia pottsii</i>			
		var. <i>pottsii</i>	var. <i>subsessilis</i>	var. <i>mollissima</i>	var. <i>velutina</i>
peroxidase					
PER 1	0.19	***	**	-	**
PER 2	0.24	-	-	*	-
PER 3	0.26	-	-	-	*
PER 4	0.28	*****	*****	*****	*****
PER 5	0.30	*****	*****	*****	*****
PER 6	0.33	**	**	**	**
PER 7	0.35	-	-	*	-
PER 8	0.40	-	-	*	-
PER 9	0.42	***	***	-	-
PER 10	0.44	-	-	*	-
PER 11	0.46	**	*	**	**
PER 12	0.48	**	-	-	**
PER 13	0.49	**	*	**	***
PER 14	0.52	**	*	**	***
PER 15	0.56	**	*	*	**
PER 16	0.59	*	-	-	**
จำนวนแถบไอโซไซม์		11	9	11	11
shikimate dehydrogenase					
SKDH 1	0.38	-	-	*	*
SKDH 2	0.43	*	*	*	*
จำนวนแถบไอโซไซม์		1	1	2	2

ความเข้มสีของแถบไอโซไซม์ * จางมาก ** จาง
 *** เข้ม ***** เข้มมาก

4.4 การศึกษา numerical taxonomy ของชงโคดำ

การศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำ *B. pottsii* G. Don ที่พบในประเทศไทย ด้วยวิธี numerical taxonomy โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนก วิเคราะห์ข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำรวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) จากตัวอย่างประชากรชงโคดำ 9 ประชากร รวมทั้งสิ้น 450 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4.1) รวมทั้งการวิเคราะห์แบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำรวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ (ตารางที่ 4.4) จากตัวอย่างประชากรชงโคดำ 4 ประชากร รวมทั้งสิ้น 120 ตัวอย่าง ได้ผลสรุปดังนี้

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ

4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำรวมทั้งสิ้น 7 ลักษณะ คือ ความกว้างใบ (WLE) ความยาวใบ (LLE) ความกว้างรอยเว้าปลายใบ (WBF) ความลึกรอยเว้าปลายใบ (LBF) จำนวนเส้นใบ (NSV) ลักษณะขนด้านบนใบ (HUE) และลักษณะขนด้านล่างใบ (HLE) พบว่ามีความแปรผันภายในประชากรชงโคดำทั้ง 9 ประชากร โดยมีค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะต่างๆแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.5) เมื่อนำลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งจัดเป็น vegetative character ทั้ง 7 ลักษณะของชงโคดำทุกประชากรมาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่า มีแกนปัจจัย (factor) ที่มีค่าไอเกน (eigenvalue) มากกว่า 1 จำนวน 2 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น (cumulative %) 84.293 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.6) โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communality มากกว่า 0.5 และค่า factor loading ของตัวแปรต่างๆ ของทุกแกนปัจจัยก็มีค่ามากกว่า 0.5 เช่นกัน โดยแกนปัจจัยที่ 1 มี 6 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WLE, LLE, WBF และตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ HLE, HUE และ NSV ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 มีเพียง 1 ตัวแปรคือ LBF ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้น (ตารางที่ 4.7)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรต่างๆ มีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ก็ยังมีค่ามากกว่า 0.5 ทุกตัวแปร นอกจากนี้การหมุนแกนปัจจัยยังทำให้แต่ละแกนปัจจัยมีองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงด้วยกล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 มีเพียง 3 ตัวแปร คือ HLE, HUE และ NSV ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะ ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 มี 4 ตัวแปรคือ LBF, LLE, WBF และ WLE ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้น (ตารางที่ 4.8)

จะเห็นว่าแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 46.279 เปอร์เซนต์ ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 38.014 เปอร์เซนต์ (ตาราง 4.6) ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยทั้ง 2 แกนปัจจัย ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมกันถึง 84.293 %

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1 และแกนปัจจัยที่ 2 มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.20:ⓐ) คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *subsessilis* กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *pottsii* และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6, 7, 8 และ 9 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* โดยพบว่าลักษณะ HLE, HUE และ NSV บนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ LBF, LLE, WBF และ WLE บนแกนปัจจัยที่ 2 ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรของชงโคดำในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบรวมทั้งสิ้น 7 ลักษณะ (ตารางที่ 4.7) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ (ภาพที่ 4.40) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กับประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) เป็นส่วนใหญ่ โดยมีประชากรที่ 4 และ 5 ปะปนอยู่บ้าง การที่ประชากรในแต่ละกลุ่มยังมีการกระจายปะปนกันจึงทำให้การจัดกลุ่มยังไม่เด่นชัดเท่าที่ควรแสดงให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำแต่ละพันธุ์นั้นมีความแปรผันไม่มากพอที่จะใช้ในการจำแนกพันธุ์ของชงโคดำได้ แต่แสดงให้เห็นว่าลักษณะใบของ *B. pottsii* var. *subsessilis* กับ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความคล้ายคลึงกันและมีความแตกต่างจากลักษณะใบของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกันค่อนข้างชัดเจน

4.4.1.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรของชงโคดำโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งจัดเป็น vegetative character รวมทั้งสิ้น 7 ลักษณะ พบว่าลักษณะใบถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 4 ลักษณะ (ตารางที่ 4.10) ได้สมการจัดจำแนก 4 สมการ (ตารางที่ 4.9) โดยสมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 มีเพียงสมการเดียว คือสมการที่ 1 มีค่าไอเกนเท่ากับ 4.250 ในขณะที่สมการที่ 2-4 มีค่าไอเกนเท่ากับ 0.650, 0.123 และ 0.009 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (canonical correlation) ของสมการที่ 1-4 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.900, 0.628, 0.331 และ 0.096 เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสองพบว่ามีเพียงค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองของสมการที่ 1 เท่านั้นที่มีค่ามากกว่า 0.5 คือ เท่ากับ 0.810 ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองของสมการที่ 2-4 มีค่าเท่ากับ 0.394, 0.110 และ 0.009 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดา (Wilks' lambda) ก็พบว่ามีเพียงสมการที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.102 ในขณะที่สมการที่ 2-4 มีค่าวิลค์แลมดาเท่ากับ 0.535, 0.882 และ 0.991 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีเพียงสมการที่ 1 เพียงสมการเดียวที่สามารถทำนายกลุ่มได้ดี โดยสมการนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 84.50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.9)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ NSV สมการที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะเช่นกันคือ LBF ส่วนสมการที่ 3 ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัด สำหรับสมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดใบ คือ LLE และ WLE (ตารางที่ 4.10)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบของชงโคดำที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.11) พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 คือ LBF ส่วนสมการที่ 2 นั้นประกอบด้วยตัวแปร WBF สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนก 2

ตัวแปร คือ NSV และ WLE ในขณะที่สมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกเพียงตัวแปรเดียว คือ LLE

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.9) พบว่าสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้สูงถึง 84.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2-4 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 12.9, 2.4 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำสมการที่ 1 และ 2 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลร่วมกันได้ถึง 97.4 เปอร์เซ็นต์ มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ (แผนภาพที่ 4.48:๑) พบว่าประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กระจายเป็นกลุ่มอยู่ด้านขวา ในขณะที่ประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กระจายเป็นกลุ่มอยู่ด้านบน สำหรับประชากรที่ 6, 7, 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina*) นั้น กระจายเป็นกลุ่มเดียวกันอยู่ด้านซ้าย แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าคะแนนจัดจำแนกของลักษณะใบยังไม่สามารถจัดจำแนกกลุ่มประชากรชงโคดำทั้งหมดออกจากกันได้อย่างเด่นชัดนัก และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบก็พบว่าเท่ากับ 47.80 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แสดงว่าสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะใบนั้นทำนายกลุ่มได้ไม่ดีพอ (ตารางที่ 4.12)

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกชงโคดำ

4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกชงโคดำ รวมทั้งสิ้น 41 ลักษณะคือ ความกว้างกลีบเลี้ยง (WCA) ความยาวกลีบเลี้ยง (LCA) ความกว้างกลีบดอก 1-5 (WPE 1-5) ความยาวกลีบดอก 1-5 (LPE 1-5) ความยาวก้านกลีบดอก 1-5 (LPCL 1-5) ความยาวอับเรณู 1-3 (LAN 1-3) ความยาวก้านชูอับเรณู 1-3 (LFI 1-3) อัตราส่วนความยาวอับเรณูตรงตำแหน่งที่ติดกับก้านชูอับเรณู (RAF) ความยาวก้านเกสรเพศเมีย (LSTY) ความยาวรังไข่ (LOV) ความยาวก้านชูเกสรเพศเมีย (LGY) ความยาวฐานดอก (LRE) รูปร่างกลีบดอก (SPE) สีกลีบดอก (CPE) สีอับเรณู (CAN) สีก้านชูอับเรณู (CFI) รูปร่างยอดเกสรเพศเมีย (SSTI) สียอดเกสรเพศเมีย (CSTI) สีก้านเกสรเพศเมีย (CSTY) ลักษณะขนบนรังไข่ (HOV) ความยาวดอกตูมที่ยาวที่สุดในช่อดอกนั้น (LBU) จำนวนดอกตูมต่อ 1 ช่อดอก (NBU) อัตราส่วนของความยาวดอกตูมต่อความยาวฐานดอกของดอกตูม (RBR) สีดอกตูม (CBU) ลักษณะสันที่ปลายดอกตูม (RBU) พบว่าลักษณะเหล่านี้ในประชากรชงโคดำทั้ง 9 ประชากรมี

ความแปรผันทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากร มีค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะต่างๆแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.5)

เมื่อนำลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกทั้ง 41 ลักษณะของชงโคดำทุกประชากรมาวิเคราะห์ปัจจัยพบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 5 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 86.105 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.13) โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communalities มากกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.14) ค่า factor loading ของตัวแปรต่างๆ ทุกแกนปัจจัยมีค่ามากกว่า 0.5 โดยแกนปัจจัยที่ 1 มี 25 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาด คือ LPCL 1-5, RAF, NBU, LCA, LAN 1-3, LBU, LOV, RBR, LRE และ LGY ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ HOV, SPE, SSTI และตัวแปรที่แสดงสีส้มคือ CFI, CAN, CBU, CSTI, CSTY และ CPE ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 มี 14 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดทั้งหมด คือ LPE 1-5, LSTY, LFI 1-3 และ WPE 1-5 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 มีตัวแปรที่แสดงขนาดเพียง 1 ตัวแปร คือ WCA แกนปัจจัยที่ 4 ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบ และแกนปัจจัยที่ 5 ก็มีเพียงตัวแปรเดียวเช่นกัน คือ RBU (ตารางที่ 4.14)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่า ค่า factor loading ของแต่ละตัวแปรในทุกแกนปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ก็ยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 ทุกตัวแปร และพบว่าการหมุนแกนปัจจัยทำให้องค์ประกอบภายในแต่ละแกนปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปด้วย กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 เหลือตัวแปรในแกนปัจจัยเพียง 19 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาด คือ LPCL 1-5, RBR, RAF, NBU และ LPE 4-5 ตัวแปรที่แสดงรูปร่างคือ SPE, SSTI, HOV และ RBU ส่วนตัวแปรที่แสดงสีส้ม คือ CFI, CAN, CBU, CSTI และ CSTY สำหรับแกนปัจจัยที่ 2 มี 9 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเป็นส่วนใหญ่ คือ LAN 1-3, LRE, LGY, LBU, LCA และ LOV ส่วนตัวแปรที่แสดงสีส้มมีเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือ CPE แกนปัจจัยที่ 3 มี 8 ตัวแปร ซึ่งแสดงเฉพาะขนาดกลีบดอก คือ WPE 1-5 และ LPE 1-3 ส่วนแกนปัจจัยที่ 4 มี 4 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงความยาวของก้านชูเกสรเพศผู้ คือ LFI 1-3 และความยาวก้านเกสรเพศเมียคือ LSTY สำหรับแกนปัจจัยที่ 5 นั้นมีเพียง 1 ตัวแปรที่แสดงถึงความกว้างของกลีบเลี้ยง คือ WCA (ตารางที่ 4.15)

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า แกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้แตกต่างกัน โดยแกนปัจจัยที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 37.316 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือแกนปัจจัยที่ 2, 3, 4 และ 5 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 20.508, 14.173, 10.281 และ 3.827 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น

จึงต้องใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยทั้ง 5 แกนร่วมกัน จึงจะอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 86.105 เปอร์เซนต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1-5 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 และแกนปัจจัยที่ 2 สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.20:๑) คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *subsessilis* กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *pottsii* และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6, 7, 8 และ 9 ซึ่งก็คือ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* โดยพบว่าลักษณะ LPCL 1-5, RBR, RAF, NBU, LPE 4-5, SPE, SSTI, HOV, RBU, CFI, CAN, CBU, CSTI และ CSTY บนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ LAN 1-3, LRE, LGY, LBU, LCA, LOV และ CPE บนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *subsessilis* ได้อย่างไม่เด่นชัดนักและไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 3 และแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 4 (ภาพที่ 4.20:๑ และ ภาพที่ 4.20:๑) พบว่าลักษณะ WPE 1-5 และ LPE 1-3 บนแกนปัจจัยที่ 3 กับลักษณะ LFI 1-3 และ LSTY บนแกนปัจจัยที่ 4 ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 5 (ภาพที่ 4.20:๑) นั้น พบว่าลักษณะ WCA บนแกนปัจจัยที่ 5 สามารถจำแนกประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *velutina* ได้ แต่ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกัน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 แกนปัจจัย 3 แกนปัจจัยที่ 4 และแกนปัจจัยที่ 5 พบว่าลักษณะต่างๆบนแกนปัจจัยเหล่านี้ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้เลย (ภาพที่ 4.20:๑-๑ และ ภาพที่ 4.21:๑-๑)

4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำที่พบในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกรวมทั้งสิ้น 41 ลักษณะ (ตารางที่ 4.14) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.41) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่

1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรกลุ่มที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าประชากรกลุ่มที่ 3 มีการจัดกลุ่มแยกออกมาจากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างเด่นชัด ในขณะที่ประชากรกลุ่มที่ 2 นั้นพบว่าการกระจายปะปนกับประชากรกลุ่มที่ 1 บ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำมีความแปรผันพอที่จะใช้ในการจัดกลุ่มประชากรชงโคดำได้เป็น 3 กลุ่ม โดยลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีความแปรผันระหว่างประชากรไม่มากนักจึงมีความใกล้ชิดเพียงพอที่จะจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน แต่มีความแตกต่างจากลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *pottsii* อย่างเด่นชัด จึงจัดเป็นคนละกลุ่ม

4.4.2.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกซึ่งจัดเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 41 ลักษณะ พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 11 ลักษณะ (ตารางที่ 4.17) ได้สมการจัดจำแนก 8 สมการ (ตารางที่ 4.16) โดยมีสมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 รวมทั้งสิ้น 3 สมการคือสมการที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีค่าไอเกนเท่ากับ 120.547, 4.454 และ 1.469 ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 4-8 มีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ทั้งหมด

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการที่ 1-8 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.996, 0.904, 0.771, 0.476, 0.344, 0.305, 0.225 และ 0.173 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสองพบว่าสมการที่ 1-3 เท่านั้นที่มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 0.992, 0.817 และ 0.594 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองของสมการที่ 4-8 มีค่าเท่ากับ 0.227, 0.118, 0.093, 0.051 และ 0.030 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดาพบว่าสมการที่ 1-3 เท่านั้นที่มีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.000, 0.042 และ 0.231 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าวิลค์แลมดาของสมการที่ 4-8 มีค่าเท่ากับ 0.569, 0.737, 0.835, 0.921 และ 0.970 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสมการที่ 1-3 สามารถทำนายกลุ่มได้ดี โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 94.90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 3.50 และ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ทั้ง 3 สมการสามารถ

อธิบายความผันแปรสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 99.50 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 สมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.16)

เมื่อพิจารณาดัชนีแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน(ตารางที่ 4.17) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RAF สมการที่ 2 ก็ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะเช่นกันคือ RBR ในขณะที่สมการที่ 3 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัด สำหรับสมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LGY ส่วนสมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดทั้ง 3 ตัวแปรคือ LPCL 3, LPCL 5 และ LAN 1 สมการที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของกลีบเลี้ยงคือ LCA และ WCA สมการที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดก้านเกสรเพศผู้เพียงตัวแปรเดียวคือ LFI 2 สำหรับสมการที่ 8 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดกลีบดอก คือ LPE 2 และ LPE 5

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกของโคดำที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก(ตารางที่ 4.18) ก็พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 ก็คือ RAF ในขณะที่ตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 2 ก็คือ LRE กับ NBU แต่ไม่ได้นำลักษณะนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก ส่วนสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกคือ WCA, LAN 1-3 และ LOV แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกที่มีเพียง 2 ตัวแปรคือ WCA กับ LAN 1 สำหรับสมการที่ 4-8 นั้นมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 มีค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลต่ำกว่า 0.5 มีค่าวิลค์แลมตามากกว่า 0.5 และอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เปอร์เซ็นต์ต่ำมาก จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการจัดจำแนก โดยพบว่าสมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปร LGY, LPCL 1-5, และ RBR สมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปร LPE 1-5 และ WPE 1-5 แต่ตัวแปร LPE 1, 3-4 และ WPE 1-5 ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก ส่วนสมการที่ 6 นั้นประกอบด้วยตัวแปร LCA กับ LBU โดยตัวแปร LBU ก็ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกเช่นเดียวกัน สำหรับสมการที่ 7 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดเลย ในขณะที่สมการที่ 8 ประกอบด้วย 4 ตัวแปรคือ LFI 1-3 และ LSTY แต่ตัวแปร LFI 1, 3 และ LSTY ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.16) พบว่าสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 94.90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการ 2-3 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 เช่นเดียวกัน

อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 3.50 และ 1.20 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อนำสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลร่วมกันได้สูงถึง 98.40 เปอร์เซนต์ มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ (แผนภาพที่ 4.48:๑) จะเห็นว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกก็พบว่ามีค่าเท่ากับ 75.60 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้แสดงว่าสมการที่จัดจำแนกนี้สามารถทำนายกลุ่มได้ดี (ตารางที่ 4.19)

4.4.3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

4.4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำรวมทั้งสิ้น 11 ลักษณะคือเส้นผ่านศูนย์กลางของเรณูในสภาพที่เป็น tetrad (TRA) เส้นผ่านศูนย์กลางเรณูแนว polar axis (DPA) เส้นผ่านศูนย์กลางเรณูแนว equatorial axis (DEA) ระยะห่างระหว่างช่องเปิดเรณู (DAP) ความกว้างช่องเปิดเรณู (WAP) ความยาวช่องเปิดเรณู (LAP) จำนวน verrucae (NVR) polar field index (PFI) รูปร่างเรณู (SPO) ชนิดช่องเปิดของเรณู (TAP) ตำแหน่งช่องเปิดเรณู (PAP) พบว่าลักษณะต่างๆเหล่านี้มีความแปรผันทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากรชงโคดำทั้ง 9 ประชากร มีค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละลักษณะแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.5)

เมื่อนำลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูทั้ง 11 ลักษณะของชงโคดำทุกประชากร มาวิเคราะห์ปัจจัยพบว่า มีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 2 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ทั้งสิ้น 86.389 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.20) โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communality มากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปรที่แสดงรูปร่างเรณู คือ SPO เท่านั้นที่มีค่า communality เพียง 0.465 (ตารางที่ 4.21) ค่า factor loading ของตัวแปรทุกตัวในทุกแกนปัจจัยมีค่ามากกว่า 0.5 โดยแกนปัจจัยที่ 1 มี 9 ตัวแปรประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาด คือ DAP, PFI, LAP, DEA และ WAP กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ PAP, TAP, NVR, และ SPO ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 มีเพียง 2 ตัวแปรซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้นคือ TRA และ DPA (ตารางที่ 4.21)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยพบว่าองค์ประกอบภายในแต่ละแกนปัจจัยไม่เปลี่ยนแปลงกล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 และแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรเหมือนกับก่อนการหมุนแกนทุกประการ เพียงแต่ค่า factor loading ของตัวแปรในแต่ละแกนปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ยกเว้นค่า factor loading ของตัวแปร DPA ในแกนปัจจัยที่ 2 เท่านั้นที่มีค่าเหมือนเดิม อย่างไรก็ตามพบว่าค่า factor loading ของทุกตัวแปวยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.22)

จากตารางที่ 4.20 จะเห็นว่าแกนปัจจัยที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 66.168 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 20.22 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยทั้งสองแกนซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 86.389 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1 และแกนปัจจัยที่ 2 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ (แผนภาพที่ 4.21:๑) คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1,2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) อยู่รวมกับประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าลักษณะ DAP, PFI, LAP, DEA, WAP, PAP, TAP, NVR และ SPO บนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *subsessilis* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ได้ อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ TRA และ DPA ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้

4.4.3.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำที่พบในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูรวมทั้งสิ้น 11 ลักษณะ (ตารางที่ 4.21) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 4.42) ได้แก่กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4, 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*), ประชากรที่ 6,7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และประชากรที่ 8,9 (*B. pottsii* var. *velutina*) กระจ่ายปะปนกัน โดยพบว่าประชากรกลุ่มที่ 1 มีการจัดกลุ่มแยกออกจากประชากรกลุ่มที่ 2 อย่างเด่นชัด เชนโดรแกรมจากการวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะสัณฐาน

วิทยาของเรณูแสดงให้เห็นว่า ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีการกระจายปะปนกันค่อนข้างมากนั่นคือมีความแปรผันระหว่างประชากรไม่มากนัก จึงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดเพียงพอที่จะจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ และยังพบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีความคล้ายคลึงกับลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู *B. pottsii* var. *pottsii* จนไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นมีความแตกต่างจากลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูของชงโคดำพันธุ์อื่นๆอย่างเด่นชัด

4.4.3.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเป็นซึ่งจัดเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 11 ลักษณะ พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 8 ลักษณะ (ตารางที่ 4.24) ได้สมการจัดจำแนก 8 สมการ โดยมีสมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 รวมทั้งสิ้น 2 สมการคือ สมการที่ 1 และ 2 ซึ่งมีค่าไอเกนเท่ากับ 23.647 และ 5.620 ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 3-8 มีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ทั้งหมด (ตารางที่ 4.23)

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการที่ 1-8 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.980, 0.921, 0.625, 0.465, 0.330, 0.287, 0.226 และ 0.013 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสอง พบว่าสมการที่ 1-2 เท่านั้นที่มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 0.960 และ 0.848 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองของสมการที่ 3-8 มีค่าเท่ากับ 0.391, 0.216, 0.109, 0.082, 0.051 และ 0.000 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดาพบว่าสมการที่ 1-3 มีค่าวิลค์แลมดามากกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.002, 0.056 และ 0.370 ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 4-8 มีค่าเท่ากับ 0.608, 0.776, 0.871, 0.949 และ 1.000 ตามลำดับ แสดงว่าสมการที่ 1-2 เท่านั้นที่สามารถทำนายกลุ่มได้ดี โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 77.70 เปอร์เซนต์ ส่วนสมการที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 18.50 เปอร์เซนต์ ดังนั้นสมการที่ 1 และ 2 จึงสามารถอธิบายความผันแปรสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 96.10 เปอร์เซนต์ โดยทั้งสองสมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4.24) พบว่าสมการที่ 1 ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัด สมการที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรเดียวคือ SPO ส่วนสมการที่ 3 และ 4 ก็ไม่มีตัวแปรเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดเช่นเดียวกัน สำหรับสมการที่ 5 นั้นก็มีเพียง 1 ตัวแปรคือ DEA ในขณะที่สมการที่ 6 มีถึง 4 ตัวแปรคือ DAP, DPA, LAP และ WAP สำหรับสมการที่ 7 และ 8 นั้นต่างก็มีสมการละ 1 ตัวแปรเช่นกันคือ NVR และ PFI ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.25) ก็พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 คือ DAP, PFI และ LAP ส่วนตัวแปรที่มีความสำคัญในการจำแนกของสมการที่ 2 คือ SPO สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกคือ DPA กับ TRA แต่ตัวแปร TRA ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก สมการที่ 4 และ 5 มีตัวแปรที่มีความสำคัญเพียงสมการละ 1 ตัวแปรคือ WAP และ DEA ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 6 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัด สมการที่ 7 ก็มีเพียงตัวแปรเดียวเช่นกันคือ NVR ส่วนสมการที่ 8 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดเลย

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.23) พบว่าสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 77.70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 18.50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสมการที่ 3-8 นั้น นอกจากมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 แล้วยังอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้น้อยมาก กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 2.1, 0.9, 0.4, 0.3, 0.2 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นสมการที่ 1 และสมการที่ 2 จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกซึ่งจะทำให้สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลร่วมกันได้สูงถึง 96.10 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ในรูปกราฟ (ภาพที่ 4.48:๑) สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู ก็พบว่ามีค่าเท่ากับ 68.90 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสมการจัดจำแนกนี้ยังทำนายกลุ่มได้ไม่ผิดนัก (ตารางที่ 4.26)

4.4.4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำ

4.4.4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำซึ่งจัดเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 52 ลักษณะ พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 6 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 86.584 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.27) โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communality มากกว่า 0.5 และค่า factor loading ของตัวแปรทุกตัวในแต่ละแกนปัจจัยมีค่ามากกว่า 0.5 ยกเว้นค่า factor loading ของตัวแปร RBU ในแกนปัจจัยที่ 2 มีค่าเพียง 0.468 เท่านั้น จากการศึกษาองค์ประกอบภายในแกนปัจจัยต่างๆ พบว่าแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 35 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL1-5, DAP, PFI, LCA, NBU, LAP, LAN 1-3, DEA, LOV, LBU, WAP, WPE 2, LGY และ LRE ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ HOV, RAF, SSTI, SPE, PAP, TAP, NVR, SPO และ RBR รวมทั้งตัวแปรที่แสดงสีสันทคือ CPE, CAN, CBU, CFI, CSTI และ CSTY ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 14 ตัวแปร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE 1-5, LSTY, LFI 1-3 และ WPE 1, 3-5 รวมทั้งตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะ คือ RBU สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเพียงอย่างเดียวคือ WCA แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเรณูทั้ง 2 ตัวแปรคือ DPA และ TRA และพบว่าแกนปัจจัยที่ 5 กับแกนปัจจัยที่ 6 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบเลย (ตารางที่ 4.28)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรในทุกแกนปัจจัยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ก็ยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 ทุกตัวแปร และพบว่าการหมุนแกนปัจจัยยังทำให้องค์ประกอบภายในแต่ละแกนปัจจัยเปลี่ยนไปด้วย กล่าวคือมีตัวแปรเป็นองค์ประกอบของแกนปัจจัยครบทั้ง 6 แกน โดยแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 25 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ PAP, TAP, DAP, PFI, LAP, LPCL 1-5, WAP, LCA, LAN 1-3, DEA, NBU, LOV, LGY, LBU และ LRE ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ NVR, RAF, HOV กับตัวแปรที่แสดงสีสันท คือ CPE สำหรับแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 14 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาด คือ LPE 1-5 ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะ คือ SPO, SPE, SSTI และ RBR กับตัวแปรที่แสดงสีสันทคือ CSTY, CSTI, CAN, CBU และ CFI ส่วนแกนปัจจัยที่ 3 ประกอบด้วย 5 ตัวแปรที่แสดงถึงความกว้างของกลีบดอกเพียงอย่างเดียวคือ WPE 1-5 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LFI1-3 และ LSTY แกนปัจจัยที่ 5 ประกอบ

ด้วยสองตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ DPA และ TRA ส่วนแกนปัจจัยสุดท้ายคือแกนปัจจัยที่ 6 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RBU กับตัวแปรที่แสดงขนาดกลีบเลี้ยงคือ WCA (ตารางที่ 4.29)

เมื่อพิจารณາตารางที่ 4.27 จะเห็นว่าแกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างต่ำ กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 38.391 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 2-6 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 22.727, 10.253, 7.746, 4.222 และ 3.246 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องใช้แกนปัจจัยทั้ง 6 แกนร่วมกันจึงจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 86.584 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1-6 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคได้ออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.21:๑) คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าลักษณะ PAP, TAP, DAP, PFI, LAP, LPCL 1-5, WAP, LCA, LAN 1-3, DEA, NBU, LOV, LGY, LBU, LRE, NVR, RAF, HOV และ CPE บนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *subsessilis* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ LPE 1-5, SPO, SPE, SSTI, RBR, CSTY, CSTI, CAN, CBU และ CFI บนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* ได้อย่างเด่นชัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 3-6 (แผนภาพที่ 4.21:๑-๑ และแผนภาพที่ 4.22:๑) พบว่าลักษณะ WPE 1-5 บนแกนปัจจัยที่ 3 ลักษณะ LFI 1-3 และ LSTY บนแกนปัจจัยที่ 4 ลักษณะ DPA และ TRA บนแกนปัจจัยที่ 5 รวมทั้งลักษณะ RBU กับ WCA บนแกนปัจจัยที่ 6 ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 กับแกนปัจจัยที่ 3-6 (แผนภาพที่ 4.22:๑-๑) พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคได้

ออกเป็น 3 กลุ่ม ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3-6 ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 3 แกนปัจจัยที่ 4 แกนปัจจัยที่ 5 และแกนปัจจัยที่ 6 ร่วมกัน (แผนภาพที่ 4.22: ๑-๑ และแผนภาพที่ 4.23: ๑-๑) พบว่าได้ผลสอดคล้องกันกล่าวคือลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3-6 ไม่สามารถแยกประชากรทั้งหมดออกจากกันได้

4.4.4.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำในประเทศไทย โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งถือว่าเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 52 ลักษณะ (ตารางที่ 4.28) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 4.43) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) เตนโตรแกรมจากการวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูแสดงให้เห็นว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูของประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีความคล้ายคลึงกันมากเพียงพอที่จะจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกันได้ และมีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะจัดเป็นคนละกลุ่มกับ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis*

4.4.4.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งจัดเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 52 ลักษณะ พบว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณู ถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 16 ลักษณะ (ตารางที่ 4.31) ได้สมการจัดจำแนก 8 สมการ โดยมีสมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 รวมทั้งสิ้น 3 สมการคือสมการที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีค่าไอเกนเท่ากับ 159.655, 9.853 และ 1.649 ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 4-8 มีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ทั้งหมด (ตารางที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการทั้ง 8 สมการ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.997, 0.953, 0.789, 0.664, 0.534, 0.422, 0.416 และ 0.314 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสองพบว่าสมการที่ 1-3 เท่านั้นที่มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 0.994, 0.908 และ 0.623 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองของสมการที่ 4-8 มีค่าเท่ากับ 0.441, 0.285, 0.178, 0.173, และ 0.099 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.30)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดา พบว่าสมการที่ 1-5 มีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 0.000, 0.009, 0.092, 0.245 และ 0.437 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าวิลค์แลมดาของสมการที่ 6-8 มีค่าเท่ากับ 0.612, 0.745 และ 0.901 ตามลำดับ แสดงว่าสมการที่ 1-3 มีความเหมาะสมในการทำนายกลุ่มได้ดีกว่าสมการอื่นๆ โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 92.30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 5.70 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นสมการทั้งสามจึงสามารถอธิบายความแปรผันสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 99.00 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสามสมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.34.30)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4.31) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงเฉพาะรูปร่างลักษณะคือ RAF ส่วนสมการที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ NVR และ SPO กับตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE 5 สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้นคือ LAN 1, LPCL 4 และ WCA ในขณะที่สมการที่ 4 และ 5 ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดเลย สมการที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL 3 และ DEA กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RBR สมการที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดทั้ง 2 ตัวแปรคือ LPCL 2 และ LGY สุดท้ายคือสมการที่ 8 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดทั้ง 4 ตัวแปร คือ DAP, LAP, WAP และ DPA

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.32) ก็พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 ก็คือ RAF และ LPCL 4-5 แต่ตัวแปร LPCL 5 ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก สำหรับตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 2 คือ SPO, LPE 4-5 และ NVR โดยตัวแปร LPE 4 ไม่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก ส่วนสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญ

ในการจัดจำแนกถึง 9 ตัวแปรคือ WCA, LAN 1-3, LCA, WPE 3, LOV, LBU และ LRE แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการจัดจำแนกมีเพียง 2 ตัวแปรเท่านั้นคือ WCA และ LAN 1 สำหรับสมการที่ 4-8 ซึ่งมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลต่ำกว่า 0.5 มีค่าวิลค์แลมดามากกว่า 0.5 และอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เปอร์เซ็นต์ต่ำมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก ประกอบด้วยตัวแปรดังนี้คือ สมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปร DPA, TRA สมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปร LAP สมการที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปร PFI, LPCL 1 และ 3, DEA, RBR, LPE 1-3, WPE 2 และ LFI 1-3 สมการที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปร LGY, LPCL 2, NBU, WPE 1,4 และ 5 ส่วนสมการที่ 8 ประกอบด้วยตัวแปร WAP, DAP และ LSTY โดยตัวแปรในสมการที่ 4-8 ซึ่งถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกคือ DPA, LAP, LPCL 2-3, DEA, RBR, LGY, WAP และ DAP

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.30) พบว่าสมการที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เท่ากับ 92.30, 5.70 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เพียงสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ในการวิเคราะห์จัดจำแนกก็สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลร่วมกันได้มากถึง 98.00 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าความสัมพันธ์ของสมการทั้ง 2 นี้สามารถจำแนกประชากรของชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด (ภาพที่ 4.48:๑) คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูก็พบว่ามีค่าเท่ากับ 83.10 เปอร์เซ็นต์แสดงว่าสมการจัดจำแนกสามารถทำนายกลุ่มได้ดี (ตารางที่ 4.33)

4.4.5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำ

4.4.5.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งเป็น vegetative character ร่วมกับลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 86.411 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.34)

โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communality มากกว่า 0.5 และค่า factor loading ของตัวแปรในแกนปัจจัยเกือบทั้งหมดมีค่ามากกว่า 0.5 ยกเว้นค่า factor loading ของตัวแปร RBU ในแกนปัจจัยที่ 1 มีค่าเพียง 0.472 เท่านั้น จากการศึกษาองค์ประกอบภายในแกนปัจจัยแต่ละแกนพบว่าแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 42 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL 1-5, DAP, PFI, NBU, LCA, LAP, LAN 1-3, DEA, LOV, WLE, LBU, WAP, LLE, WPE 2, LGY, LRE และ WBF ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ HLE, HOV, HUE, RAF, PAP, TAP, SPE, SSTI, NVR, SPO, NSV, RBR และ RBU รวมทั้งตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CPE, CBU, CSTI, CAN, CSTY และ CFI ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 13 ตัวแปรซึ่งล้วนแต่เป็นตัวแปรที่แสดงขนาดทั้งสิ้นคือ LPE 1-5, LSTY, LFI 1-3 และ WPE 1, 3-5 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 ประกอบด้วย 2 ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WCA และ LBF ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วย 2 ตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ TRA และ DPA สำหรับแกนปัจจัยที่ 5, 6 และ 7 นั้นพบว่าไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบเลย (ตารางที่ 4.35)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรในแต่ละแกนปัจจัยเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 ทุกตัวแปร นอกจากนี้การหมุนแกนปัจจัยยังทำให้แกนปัจจัยแต่ละแกนมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันภายในแกนสูงครบทั้ง 7 แกนอีกด้วย กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 27 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ DAP, LAP, PFI, WAP, LAN1-3, LPCL1-5, LCA, DEA, NBU, LGY, LOV, LBU และ LRE ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ PAP, TAP, NVR, RAF, HLE, HOV และ HUE รวมทั้งตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CPE ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 15 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE1-5 ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ SPO, SPE, SSTI, RBR และ NSV รวมทั้งตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CFI, CSTY, CBU, CSTI และ CAN สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดกลีบดอกเพียงอย่างเดียวคือ WPE 1-5 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงเฉพาะขนาดเช่นกันคือ LFI 1-3 และ LSTY ส่วนแกนปัจจัยที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของใบเพียงอย่างเดียวคือ LLE, LBF, WBF และ WLE และแกนปัจจัยที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ DPA และ TRA แกนปัจจัยสุดท้ายคือแกนปัจจัยที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะดอกตูมคือ RBU กับตัวแปรที่แสดงความกว้างกลีบเลี้ยงคือ WCA (ตารางที่ 4.36)

เมื่อพิจารณາตารางที่ 4.34 จะเห็นว่าแกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างต่ำกล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้สูงสุดเพียง 35.939 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 2-7 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 22.549, 9.250, 7.215, 4.994, 3.686

และ 2.779 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องใช้แกนปัจจัยทั้งหมด 7 แกนร่วมกันจึงจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 86.411 เปอร์เซนต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.23:④) คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าลักษณะ DAP, LAP, PFI, WAP, LAN 1-3, LPCL 1-5, LCA, DEA, NBU, LGY, LOV, LBU, LRE, PAP, TAP, NVR, RAF, HLE, HOV, HUE และ CPE บนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *subsessilis* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ LPE 1-5, SPO, SPE, SSTI, RBR, NSV, CFI, CSTY, CBU, CSTI และ CAN บนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ออกจากประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* ได้อย่างเด่นชัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 3-7 (แผนภาพที่ 4.23:⑤-⑧ และแผนภาพที่ 4.24:①) พบว่าลักษณะ WPE1-5 บนแกนปัจจัยที่ 3 ลักษณะ LFI 1-3 และ LSTY บนแกนปัจจัยที่ 4 ลักษณะ LLE, LBF, WBF และ WLE บนแกนปัจจัยที่ 5 ลักษณะ DPA และ TRA บนแกนปัจจัยที่ 6 รวมทั้งลักษณะ RBU กับ WCA บนแกนปัจจัยที่ 7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 กับแกนปัจจัยที่ 3-7 (แผนภาพที่ 4.24:②-⑥) พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3-7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 3 แกนปัจจัยที่ 4 แกนปัจจัยที่ 5 แกนปัจจัยที่ 6 และแกนปัจจัยที่ 7 ร่วมกัน (แผนภาพที่ 4.24: ⑦-⑧ และแผนภาพที่ 4.25:①-③) พบว่าได้ผลสอดคล้องกันกล่าวคือลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3-7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

4.4.5.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำในประเทศไทยโดยใช้ทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งถือว่าเป็น vegetative character ร่วมกับลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณู ซึ่งเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ (ตารางที่ 4.35) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 4.44) ได้แก่กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าประชากรกลุ่มที่ 1 มีการจัดกลุ่มแยกออกจากประชากรกลุ่มที่ 2 และประชากรกลุ่มที่ 3 อย่างเด่นชัด เด่นโดดเด่นจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบดอกและเรณูแสดงให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีความแปรผันระหว่างประชากรน้อยจึงถูกจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกันในขณะที่ประชากร *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะจัดเป็นคนละกลุ่มกันได้อย่างเด่นชัด

4.4.5.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณูของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งเป็น vegetative character กับลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณู ถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 20 ลักษณะ (ตารางที่ 3.38) ได้สมการการจัดจำแนก 8 สมการ โดยมีสมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 รวมทั้งสิ้น 3 สมการคือสมการที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีค่าไอเกนเท่ากับ 170.085, 10.593 และ 1.785 ตามลำดับ ในขณะที่สมการที่ 4-8 มีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ทั้งหมด (ตารางที่ 4.37)

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลของสมการที่ 1-8 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.997, 0.956, 0.801, 0.690, 0.602, 0.450, 0.421 และ 0.325 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลมายกกำลังสองพบว่าสมการที่ 1-3 เท่านั้นที่มีค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 0.994, 0.914 และ 0.642 ตามลำดับ ใน

ขณะที่ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลกกำลังสองของสมการที่ 4-8 มีค่าเท่ากับ 0.476, 0.362, 0.203, 0.177 และ 0.106 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดาพบว่าสมการที่ 1-5 มีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.000, 0.006, 0.070, 0.196 และ 0.374 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าวิลค์แลมดาของสมการที่ 6-8 มีค่าเท่ากับ 0.587, 0.736 และ 0.894 ตามลำดับ แสดงว่าสมการที่ 1-3 มีความเหมาะสมในการทำนายกลุ่มได้ดีกว่าสมการอื่นๆ โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 92.30 เปอร์เซนต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 5.60 และ 1.00 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ดังนั้นสมการทั้งสามจึงสามารถอธิบายความแปรผันสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 98.90 เปอร์เซนต์ โดยทั้งสามสมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.37)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4.38) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RAF กับตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL 3 ส่วนสมการที่ 2 ประกอบด้วย 4 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ NVR และ SPO กับตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE 5 และ LBF สำหรับสมการที่ 3 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้นคือ LAN 1, LPCL 4, LGY และ WCA ในขณะที่สมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะใบคือ NSV และสมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดใบคือ LLE และ WLE สำหรับสมการที่ 6 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดกลีบดอกคือ WPE 4 ส่วน สมการที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูและรูปร่างลักษณะของดอกตูม คือ DEA และ RBR ตามลำดับ สมการสุดท้ายคือสมการที่ 8 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูเท่านั้นคือ DAP, LAP, WAP และ DPA

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.39) ก็พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการจัดจำแนกของสมการที่ 1 คือ RAF และ LPCL 4-5 โดยตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการจัดจำแนกคือ RAF กับ LPCL 4 เท่านั้น ส่วนตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 2 นั้นคือ SPO, LPE 5 และ NVR โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรถูกนำไปใช้ในการจัดจำแนกทั้งหมด สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมากถึง 9 ตัวแปร คือ WCA, LAN 1-3, WPE 3, LCA, LOV, LBU และ LRE แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการจัดจำแนกมีเพียง 2 ตัวแปรเท่านั้น

คือ WCA และ LAN 1 สำหรับสมการที่ 4-8 นั้นมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองต่ำกว่า 0.5 และอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เปอร์เซ็นต์ต่ำมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก ประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้ สมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ DPA, TRA กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะของใบคือ NSV สมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณู คือ LAP กับตัวแปรที่แสดงขนาดใบคือ WLE, WBF, LLE และ LBF สมการที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดของดอกคือ LGY, WPE 1, 4-5, LPCL 1-3, LFI 1 และ NBU สมการที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ PFI, DAP และ DEA กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดของดอกคือ LPE 1-4, WPE 2, RBR และ LFI 2-3 ส่วนสมการที่ 8 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณูคือ WAP กับตัวแปรที่แสดงขนาดของดอกคือ LSTY โดยพบว่าตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบในสมการที่ 4-8 นี้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 13 ตัวแปร คือ DPA, NSV, LAP, WLE, LLE, LBF, LGY, WPE 4, LPCL 3, DAP, DEA, RBR และ WAP

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.37) พบว่าสมการที่ 1-3 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลรวมกันได้ถึง 98.90 เปอร์เซนต์ โดยสมการที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 92.30 เปอร์เซนต์ สมการที่ 2 และสมการที่ 3 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 5.60 และ 1.00 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อใช้สมการที่ 1 และสมการที่ 2 มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.48:Θ) โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 2 และ 3 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรที่ 4 และ 5 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 และ 7 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 และ 9 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณู ก็พบว่ามีค่าสูงถึง 84.90 เปอร์เซนต์ แสดงว่าสมการจัดจำแนกสามารถทำนายกลุ่มได้ดี (ตารางที่ 4.40)

4.4.6 ผลการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

4.4.6.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำพบแบบแผนไอโซไซม์ที่เป็น polymorphism ของไอโซไซม์ 6 ระบบคือ acid phosphatase

(ACP), esterase (EST), glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), malate dehydrogenase (MDH), peroxidase (PER) และ shikimate dehydrogenase (SKDH) ซึ่งพบว่าไอโซไซม์แต่ละระบบมีแบบแผนแตกต่างกันในขงโคดำแต่ละพันธุ์ เมื่อนำค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ที่พบในขงโคดำแต่ละพันธุ์รวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ (ตารางที่ 4.4) มาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แกน ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 75.197 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.41) โดยตัวแปรส่วนใหญ่มีค่า communality มากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปร EST 2, PER 2 และ PER 8 ในแกนปัจจัยที่ 2 ตัวแปร PER 12 ในแกนปัจจัยที่ 3 และตัวแปร PER 15 ในแกนปัจจัยที่ 4 ที่มีค่า communality เท่ากับ 0.381, 0.400, 0.438, 0.409 และ 0.429 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.42) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรในแกนปัจจัยส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.5 เช่นกัน ยกเว้นตัวแปร SKDH 2 ในแกนปัจจัยที่ 1 ตัวแปร PER 8 และ PER 2 ในแกนปัจจัยที่ 2 ตัวแปร PER 12 ในแกนปัจจัยที่ 3 ตัวแปร PER 15 ในแกนปัจจัยที่ 4 ตัวแปร EST 10 ในแกนปัจจัยที่ 5 ตัวแปร PER 7 และ PER 10 ในแกนปัจจัยที่ 6 และตัวแปร PER 6 ในแกนปัจจัยที่ 7 ซึ่งมีค่า factor loading เท่ากับ 0.488, 0.414, 0.378, 0.461, 0.383, 0.438, 0.485, 0.449 และ 0.444 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาร่องรอยประกอบในแกนปัจจัยแต่ละแกนพบว่าแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 14 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase คือ ACP1 และ ACP 2 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase คือ GOT 1, GOT 2 และ GOT 3 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase คือ SKDH 1 และ SKDH 2 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase คือ MDH 1 และ MDH 2 รวมทั้งตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 1, PER 9, PER 11, PER 13 และ PER 14 ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 10 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 1, EST 2, EST 4, EST 5, EST 6, EST 7 และ EST 9 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 2, PER 3 และ PER 8 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 ประกอบด้วย 5 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase คือ MDH 3 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 3 และ EST 8 และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 12 และ PER 16 ส่วนแกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase เพียงตัวแปรเดียวคือ PER 15 แกนปัจจัยที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 10 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 4 และ PER 5 ส่วนแกนปัจจัยที่ 6 และแกนปัจจัยที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดง

ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 7, PER 10 และ PER 6 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.42)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยพบว่า ค่า factor loading ของตัวแปรในแต่ละแกน ปัจจัยเปลี่ยนไปจากเดิมและส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.5 ยกเว้น ตัวแปร PER 2 ในแกนปัจจัยที่ 1, ตัวแปร PER 12 ในแกนปัจจัยที่ 4 และตัวแปร PER 15 ในแกนปัจจัยที่ 6 มีค่า factor loading เท่ากับ 0.480, 0.405 และ 0.457 ตามลำดับ นอกจากนี้การหมุนแกนปัจจัยยังทำให้องค์ประกอบภายในแกนปัจจัยเปลี่ยนไปด้วย กล่าวคือ แกนปัจจัยที่ 1 มีตัวแปรลดลงเป็น 12 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase คือ ACP1 และ ACP 2 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase คือ GOT 1, GOT 2 และ GOT 3 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase คือ MDH 1 และ MDH 2 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase คือ SKDH 1 และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 1, PER 2, PER 8 และ PER 9 ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 เหลือเพียง 6 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 1, EST 2, EST 4 และ EST 7 ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase คือ MDH 3 และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 3 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นมีตัวแปรเพิ่มขึ้นเป็น 9 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 3, EST 5, EST 6, EST 8 และ EST 9 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 11, PER 13, PER 14 และ PER 16 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วย 3 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 6 และ PER 12 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ shikimate dehydrogenase คือ SKDH 2 สำหรับแกนปัจจัยที่ 5 และแกนปัจจัยที่ 6 นั้น ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase ทั้งหมด คือ PER 7, PER 10 และ PER 5, PER 15 ตามลำดับ ส่วนแกนปัจจัยที่ 7 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 4 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ esterase คือ EST 10 (ตารางที่ 4.43)

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 4.41 จะเห็นว่าแกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 29.452 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนแกนปัจจัยที่ 2-7 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 16.250, 15.616, 3.827, 3.432, 3.379 และ 3.242 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องใช้แกนปัจจัยทั้งหมด 7 แกนร่วมกันจึงจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 75.197 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำแบนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแบนปัจจัยที่ 1 กับแบนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.26:๑) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subessilis*) กับประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าลักษณะ MDH 1-2, SKDH 1, GOT 1-3, ACP 1-2 และ PER 1-2, 8-9 บนแบนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 ออกจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะ EST 1-2, 4 และ 7, MDH 3 และ PER 3 บนแบนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรทั้ง 3 กลุ่มออกจากกันได้แต่ไม่เด่นชัดนัก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบนปัจจัยที่ 1 กับแบนปัจจัยที่ 3 พบว่าสามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.26:๒) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subessilis*) กลุ่มที่ 2 คือ ประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าลักษณะบนแบนปัจจัยที่ 1 แยกประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ออกจากประชากรกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ได้เด่นชัด ส่วนลักษณะ EST 3, 5-6 และ 8-9 กับ PER 11,13,14 และ 16 บนแบนปัจจัยที่ 3 สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ออกจากกันได้เด่นชัด แต่แยกประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 ออกจากกันไม่ได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบนปัจจัยที่ 1 กับแบนปัจจัยที่ 4-7 (แผนภาพที่ 4.26:๓-๕) พบว่าลักษณะ PER 6, 12 กับ SKDH 2 บนแบนปัจจัยที่ 4, ลักษณะ PER 7 และ 10 บนแบนปัจจัยที่ 5, ลักษณะ PER 5 และ 15 บนแบนปัจจัยที่ 6 รวมทั้งลักษณะ PER 4 กับ EST10 บนแบนปัจจัยที่ 7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำทุกพันธุ์ออกจากกันอย่างเด่นชัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบนปัจจัยที่ 2 กับแบนปัจจัยที่ 3 พบว่าสามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.26:๖) โดยลักษณะบนแบนปัจจัยที่ 2 ไม่สามารถแยกประชากรที่ 1 และประชากรที่ 4 ออกจากกันได้ แต่แยกประชากรที่ 6 และประชากรที่ 8 ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะบนแบนปัจจัยที่ 3 สามารถแยกประชากรที่ 1 และประชากรที่ 4 ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด แต่แยกประชากรที่ 6 และประชากรที่ 8 ออกจากกันไม่ได้ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแบนปัจจัยที่ 2 กับแบนปัจจัยที่ 4-7 นั้น พบว่าสามารถแยกประชากรชงโคดำ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากร

ที่ 1 กับประชากรที่ 4 ซึ่งเกาะกลุ่มกันแน่นเด่นชัด กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 6 ซึ่งยังแยกออกจากกลุ่มที่ 1 ได้ยังไม่ชัดเจนนัก ส่วนกลุ่มที่ 3 คือ ประชากรที่ 8 ซึ่งแยกกลุ่มออกมาจากกลุ่มอื่นได้เด่นชัด (แผนภาพที่ 4.26:ⓐ และแผนภาพที่ 4.27:ⓐ-ⓐ)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 3 กับแกนปัจจัยที่ 4-7 (แผนภาพที่ 4.27:ⓐ-ⓐ) พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3 สามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 และ 8 ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 4-7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 4 แกนปัจจัยที่ 5 แกนปัจจัยที่ 6 และแกนปัจจัยที่ 7 ร่วมกัน (แผนภาพที่ 4.27:ⓐ และแผนภาพที่ 4.28:ⓐ-ⓐ) พบว่าได้ผลสอดคล้องกันกล่าวคือลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 4-7 ไม่สามารถแยกประชากรชงโคดำออกจากกันเป็นกลุ่มได้อย่างเด่นชัด

4.4.6.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ที่พบในชงโคดำ

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำรวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ (ตารางที่ 4.4) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.45) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีการจัดกลุ่มแยกออกจากประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 อย่างเด่นชัด เดนโตรแกรมจากการวิเคราะห์จัดกลุ่มแสดงให้เห็นว่าแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะจัดเป็นคนละกลุ่มได้อย่างเด่นชัด โดยพบว่าแบบแผนไอโซไซม์ของประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* มีความคล้ายคลึงกับแบบแผนไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่าแบบแผนไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina*

4.4.6.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ค่า Rf ของแถบ ไอโซไซม์ 6 ระบบ คือ ACP, EST, GOT, MDH, PER และ SKDH รวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ พบว่าลักษณะเหล่านี้ถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 12 ลักษณะ (ตารางที่ 4.45) ได้ สมการจัดจำแนก 3 สมการ ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 ทั้งหมดคือสมการที่ 1 มีค่าไอเกนเท่ากับ 1432.121 ส่วนสมการที่ 2 และ 3 มีค่าไอเกนเท่ากับ 11.286 และ 10.224 ตามลำดับ (ตาราง ที่ 4.44)

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการทั้งสามพบว่ามีค่า เท่ากับ 1.000, 0.958 และ 0.954 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสอง ก็พบว่ามีค่ามากกว่า 0.5 ทั้งสามสมการ กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 1.000, 0.918 และ 0.910 ตาม ลำดับ เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดา พบว่าสมการที่ 1-3 มีค่าวิลค์แลมดาดำกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.000, 0.007 และ 0.089 ตามลำดับ แสดงว่าสมการทั้งสามมีความเหมาะสมในการทำนาย กลุ่มได้ดี โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 98.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 0.80 และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นสมการทั้งสามจึงสามารถอธิบายความแปรผันสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสามสมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.44)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็น คะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4.45) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบ แผนไอโซไซม์ acid phosphatase คือ ACP 1-2 ส่วนสมการที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดง ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ถึง 4 ระบบ คือ EST 1, GOT 3, MDH 2 และ PER 10 สำหรับ สมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 2 ระบบคือ SKDH 1 กับ EST 3, 5, 6 และ 8

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะแถบไอโซไซม์ ของชงโคดำทั้ง 6 ระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.46) พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 คือตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบ แผนไอโซไซม์ถึง 5 ระบบคือ ACP 1-2, MDH 1-3, GOT 1-2, SKDH 1 และ PER 5, 11, 13 โดยตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการจัดจำแนกจริงๆมีเพียง 4 ตัวแปรเท่านั้นคือ ACP 1-2, MDH 2 และ SKDH 1 ส่วนสมการที่ 2 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนก 13 ตัว

แปรคือ GOT 3, EST 1-2, 5 และ 10, SKDH 2, PER 3-4, 6-8, 10 และ 14 แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกจริงๆ มีเพียง 5 ตัวแปรเท่านั้นคือ GOT 3, EST 1 และ 5, PER 7 และ 10 สำหรับสมการที่ 3 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์เพียง 2 ระบบคือ EST 3, 6, 8 กับ PER 1-2, 12, 15 และ 16 โดยตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกคือ EST 3, 6 และ 8

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.44) พบว่าสมการที่ 1-3 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสิ้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยสมการที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 98.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และสมการที่ 3 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 0.80 และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เมื่อใช้สมการที่ 1 และสมการที่ 2 มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟพบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.48:๑) โดยกลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 6 ระบบก็พบว่ามีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสมการจัดจำแนกสามารถทำนายกลุ่มได้ดีมาก (ตารางที่ 4.47)

4.4.7 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

4.4.7.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำ รวมทั้งสิ้น 95 ลักษณะ เมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยพบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 12 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 84.386 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.48) โดยตัวแปรส่วนใหญ่มีค่า communality มากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปร PER 2 และ PER 8 ในแกนปัจจัยที่ 3 มีค่า communality เท่ากับ 0.412 และ 0.462 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า factor loading

ของตัวแปรส่วนใหญ่ในแต่ละแกนปัจจัยก็มีค่ามากกว่า 0.5 เช่นกัน ยกเว้นตัวแปร EST 10 และ WPE 4 ในแกนปัจจัยที่ 1 ตัวแปร LSTY, EST 1, EST 2, และ EST 3 ในแกนปัจจัยที่ 2 ตัวแปร PER 2, PER 3, PER 8 และ PER 12 ในแกนปัจจัยที่ 3 ตัวแปร WPE 5 ในแกนปัจจัยที่ 4 และตัวแปร SKDH 2 กับ PER 15 ในแกนปัจจัยที่ 7 ซึ่งมีค่า factor loading เท่ากับ 0.478, 0.430, 0.478, 0.433, 0.417, 0.359, 0.489, 0.484, 0.457, 0.406, 0.473, 0.444 และ 0.368 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.49)

จากการศึกษาองค์ประกอบของแต่ละแกนปัจจัยพบว่าแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 57 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL1-5, LCA, NBU, DAP, PFI, DEA, WLE, LAN 1-3, WAP, LBU, LAP, LOV, LLE, WPE 1, 3-4 WBF และ LRE ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ SPO, HOV, HLE, HUE, RAF, SPE, SSTI, TAP, PAP, NSV, NVR และ RBR ตัวแปรที่แสดงสีส้มคือ CBU, CFI, CSTI, CSTY, CAN และ CPE ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ ACP 1-2, GOT 1-3, MDH 1-2, SKDH 1, PER 1, 9, 11, 13 และ 14, EST 6 และ 10 ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 18 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE 1-5, DPA, TRA, LGY, LFI 3, LSTY ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RBU และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ EST 1-5, 7 และ 9 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นประกอบด้วย 9 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WCA และ LBF กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ คือ MDH 3, EST 8, PER 2, 3, 8, 12 และ 16 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเพียงอย่างเดียวคือ WPE 2, 5 เช่นเดียวกับแกนปัจจัยที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดเท่านั้นคือ LFI 1-2 สำหรับแกนปัจจัยที่ 6 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 7, 8 และ 9 ล้วนแต่ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ SKDH 2 กับ PER 15, PER 7 กับ PER 10 และ PER 4 กับ PER 5 ตามลำดับ ส่วนแกนปัจจัยที่ 10 และแกนปัจจัยที่ 12 ก็ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบเช่นกัน ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 11 มีตัวแปร PER 6 เป็นองค์ประกอบเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้น (ตารางที่ 4.49)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรในแกนปัจจัยเปลี่ยนไปจากเดิมและส่วนใหญ่ก็ยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปร GOT 3 ในแกนปัจจัยที่ 1 ตัวแปร EST 2 และ PER 2 ในแกนปัจจัยที่ 3 ตัวแปร SKDH 2 และ PER 12 ในแกนปัจจัยที่ 9 และตัวแปร PER 15 ในแกนปัจจัยที่ 12 ซึ่งมีค่า factor loading เท่ากับ 0.479, 0.497, 0.425, 0.473, 0.374 และ 0.374 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการหมุนแกนปัจจัยยังทำให้องค์ประกอบของแกนปัจจัยแต่ละแกนเปลี่ยนไปด้วย กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 เหลือตัวแปรเพียง 36 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL 1-5, LPE 1, 3-5, TRA, DPA, NBU

และ WCA ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ SPE, SSTI, SPO, HOV, HLE, HUE, RBR และ NSV ตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CBU, CFI, CSTI, CSTY และ CAN รวมทั้งตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ ACP 1-2, GOT1-3, MDH 1-2, SKDH 1, PER 1 และ PER 9 ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 มีตัวแปรเพิ่มขึ้นเป็น 26 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LAP, PFI, DAP, WAP, LAN 1-3, LGY, LOV, LCA และ DEA ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ TAP, PAP, NVR และ RAF ตัวแปรที่แสดงสีสันมีเพียง 1 ตัวแปรคือ CPE และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ คือ EST 3, 5-6, 8-10 และ PER 11,13-14,16 สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นประกอบด้วย 9 ตัวแปรได้แก่ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RBU กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ MDH 3, EST 1-2, 4, 7 และ PER 2-3, 8 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วย 6 ตัวแปรที่แสดงเฉพาะขนาดเท่านั้นคือ WPE 1-5 และ LPE 2 สำหรับแกนปัจจัยที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงเฉพาะขนาดเช่นกันคือ LSTY และ LFI 1-3 แกนปัจจัยที่ 6 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงเฉพาะขนาดไม่คือ LBF, LLE, WBF และ WLE แกนปัจจัยที่ 7 มีเพียง 2 ตัวแปรคือ LRE กับ LBU ส่วนแกนปัจจัยที่ 8 ไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบ แกนปัจจัยที่ 9 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ คือ PER 6, 12 กับ SKDH 2 ส่วนแกนปัจจัยที่ 10,11 และ 12 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase เพียงอย่างเดียวคือ PER 4, 7,10 และ PER 5, 15 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.50)

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 4.48 จะเห็นว่าแกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 31.492เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนแกนปัจจัยที่2-12 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 23.184, 7.746, 5.815, 4.412, 2.734, 1.790, 1.536, 1.514, 1.409, 1.394 และ 1.360 ตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องใช้แกนปัจจัยทั้งหมด 12 แกนร่วมกัน จึงจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 84.386 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1-12 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.28:๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือ ประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถจำแนกประชากรทั้ง 3 กลุ่มออกจากกันได้ อย่างเด่นชัด ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 แยกประชากรที่ 1 และประชากรที่ 4 ออกจากกันได้เด่นชัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 3 พบว่าสามารถแยกประชากรออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.28:๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ออกจากกันได้เด่นชัด แต่แยกประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 ออกจากกันไม่ได้ ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 3 ไม่สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ออกจากกันได้ แต่แยกประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 ออกจากกันอย่างเด่นชัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 4 -12 พบว่าสามารถแยกประชากรเชิงโคต้าออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.28:๑ และแผนภาพที่ 4.29:๑-๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 และ 8 โดยพบว่าตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 มีความสำคัญที่สุดในการจำแนกประชากรเชิงโคต้าออกเป็น 3 กลุ่ม ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 4-12 ไม่สามารถจำแนกประชากรเชิงโคต้าออกจากกันได้เลย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 กับแกนปัจจัยที่ 3 พบว่าสามารถแยกประชากรเชิงโคต้าออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.30:๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 โดยพบว่าตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 ออกจากประชากรกลุ่มที่ 2-4 อย่างเด่นชัด แต่ไม่สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 2-4 ออกจากกันได้เด่นชัดนัก ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 3 นั้นแยกประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 ออกจากกันได้ แต่ไม่สามารถแยกประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ออกจากกันได้เลย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 กับแกนปัจจัยที่ 4 -12 พบว่าสามารถแยกประชากรเชิงโคต้าออกเป็น 3 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.30:๑-๑ และแผนภาพที่ 4.31:๑-๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 กับประชากรที่ 8 โดยพบว่าตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 ยังสามารถจำแนกประชากรกลุ่มที่ 1 ออกจากประชากรกลุ่มที่ 2-4 ได้อย่างเด่นชัด แต่แยกประชากรกลุ่มที่ 2 ออกจากประชากรกลุ่มที่ 3 ได้ไม่ค่อยเด่นชัดนัก ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 4 -12 นั้นไม่สามารถจำแนกประชากรเชิงโคต้าออกจากกันได้เลย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 3 กับแกนปัจจัยที่ 4 - 12 พบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มที่แยกออกจากกันไม่เด่นชัดนัก (แผนภาพที่ 4.31: ①-⑥ และแผนภาพที่ 4.32: ①-⑥) ได้แก่งroups ที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1 และ 4 กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 6 และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 8 โดยตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 3 มีบทบาทสำคัญที่สุดในการจำแนกประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ในขณะที่ตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 4-12 ไม่สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแกนปัจจัยที่เหลือ คือแกนปัจจัยที่ 4 ถึงแกนปัจจัยที่ 12 พบว่าไม่สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็นกลุ่มที่เด่นชัด (แผนภาพที่ 4.32: ①-⑥ แผนภาพที่ 4.33: ①-⑥ แผนภาพที่ 4.34: ①-⑥ แผนภาพที่ 4.35: ①-⑥ และแผนภาพที่ 4.36: ①-⑦)

4.4.7.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ที่พบในชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำ รวมทั้งสิ้น 95 ลักษณะ (ตารางที่ 4.49) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.46) ได้แก่งroups ที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) และกลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) โดยพบว่าประชากรกลุ่มที่ 1 และประชากรกลุ่มที่ 2 มีการจัดกลุ่มแยกออกจากประชากรกลุ่มที่ 3 และ 4 อย่างชัดเจน เด่นโดดเด่นจากการวิเคราะห์จัดกลุ่มแสดงให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ทั้ง 6 ระบบที่พบใน *B. pottsii* var. *subsessilis* กับ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะกลุ่มแยกจากกันได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ประชากร *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* แม้จะมีการจัดกลุ่มเป็นคนละกลุ่ม แต่ก็ยังมีความสัมพันธ์ระหว่างประชากรใกล้เคียงกว่าประชากร *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis*

4.4.7.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำโดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และค่า Rf ของไอโซไซม์ 6 ระบบรวมทั้งสิ้น 95 ลักษณะพบว่าลักษณะต่างๆถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 19 ลักษณะ (ตารางที่ 4.52) ได้สมการจัดจำแนก 3 สมการซึ่งมีค่าไอเกินมากกว่า 1 ทั้งหมด กล่าวคือสมการที่ 1 มีค่าไอเกินเท่ากับ 1714.343 ส่วนสมการที่ 2 และ 3 มีค่าไอเกินเท่ากับ 70.058 และ 16.171 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.51)

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการทั้งสามพบว่ามีความเท่ากับ 1.000, 0.993 และ 0.970 ตามลำดับ เมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสองก็พบว่ามีมากกว่า 0.5 ทั้งสามสมการ กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 1.000, 0.986 และ 0.941 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดา พบว่าสมการที่ 1-3 มีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 คือเท่ากับ 0.000, 0.001 และ 0.058 ตามลำดับ แสดงว่าสมการทั้งสามมีความเหมาะสมในการทำนายกลุ่มได้ดี โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 95.20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 3.90 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นสมการทั้งสามจึงสามารถอธิบายความแปรผันสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสามสมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.51)

เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน(ตารางที่4.52) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 2 ระบบคือ ACP 1-2 กับ MDH 3 ส่วนสมการที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดของดอกคือ RAF กับ LPCL 3 ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะเรณูคือ PFI และตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ peroxidase คือ PER 11 และ PER 14 สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรถึง 11 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์คือ GOT 1-3, MDH 2, SKDH 1, EST 1, 8 และ PER 7, 10 ตัวแปรที่แสดงขนาดของอับเรณูคือ LAN 2 และตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะเรณูคือ NVR

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 6 ระบบกับ สมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.53) พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 มีถึง 25 ตัวแปรคือ ACP 1-2, MDH 1-2, GOT 1-2, SKDH 1, PER 1, 3, 6, 10 และ 15, EST 6, WCA, DPA, LOV, WBF, LRE, LLE, TRA, WLE, LBU, NSV, LBF และ LPE 3 แต่ ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกมีเพียง 6 ตัวแปรซึ่งแสดงลักษณะแบบแผน ไอโซไซม์ 4 ระบบคือ ACP 1-2, MDH 2, GOT 1-2 และ SKDH 1 สำหรับสมการที่ 2 นั้น ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมากถึง 23 ตัวแปร คือ RAF, PFI, DAP, LAP, NVR, NBU, LPCL 1-2 และ 3-5, WPE 1 และ 5, LPE 5, PER 2, 4-5 และ 11-14, EST 3, 5 และ 8 แต่ตัวแปรที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกมีเพียง 7 ตัวแปรเท่านั้น ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดของดอก คือ RAF และ LPCL 3 ตัวแปรที่แสดง รูปร่างลักษณะของเรณูคือ PFI และ NVR กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 2 ระบบคือ EST 8 กับ PER 11 และ 14 สมการที่ 3 ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญในการ จัดจำแนกมากที่สุดถึง 28 ตัวแปรคือ LAN1-3, LGY, LFI 1-3, LSTY, LPE 1-2 และ 4, RBR, LCA, LPCL 4, WPE 2-4, DEA, WAP, EST 1-2, MDH 3, GOT 3, SKDH 2 และ PER 7-8, 10 และ 16 โดยตัวแปรที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกมีเพียง 6 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่ แสดงขนาดอับเรณูคือ LAN 2 กับตัวแปรที่แสดงลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 4 ระบบ คือ EST 1, GOT 3, MDH 3 และ PER 7, 10

เมื่อพิจารณาความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูล ของสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.51) พบว่าสมการจัดจำแนกทั้ง 3 สมการซึ่งมีค่าไอเกนมาก กว่า 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลรวมกันได้สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะ สมการที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้สูงถึง 95.20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2 และสมการที่ 3 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เพียง 3.90 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ตาม ลำดับ เมื่อใช้สมการที่ 1 และสมการที่ 2 มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ พบว่าสามารถ จำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.48:๑) โดยกลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือ ประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการ ที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและลักษณะแบบแผน ไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 6 ระบบ ก็พบว่ามีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสมการจัด จำแนกทำนายกลุ่มได้ดีมาก (ตารางที่ 4.54)

4.5 การศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำกับชงโค และกาหลง

ชงโค (*Bauhinia purpurea*) และกาหลง (*Bauhinia acuminata*) เป็นพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกับชงโคดำ โดยชงโคมีลักษณะสำคัญหลายประการใกล้เคียงกับชงโคดำ ในขณะที่กาหลงมีความแตกต่างจากชงโคและชงโคดำอย่างเด่นชัด ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชทั้งสามชนิดแล้วนำข้อมูลมาตรวจสอบโดยเทคนิคด้าน numerical taxonomy จะช่วยให้สามารถทราบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำแต่ละพันธุ์ได้

4.5.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอกและฝักของชงโค และกาหลง

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก และฝักของชงโคและกาหลง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ พบว่ามีลักษณะสำคัญดังนี้

Bauhinia purpurea Linn.

Bauhinia purpurea Linn. Sp. Pl. 375.1753; Bak. in Hook. f., Fl. Br. Ind. 2:284.1878; Hosseus, Beih. bot. Centrbl. 27:480.1910; idem 28:392.1911; Ridl., Fl. Mal. Pen. 1:634.1922; Craib in Fl. Siam. En. 1:526.1928; Gagnep. in Fl. Ge'n. I.-C. 2:127.1913; de Wit, Reinwardtia 3:406.1956, K.&S.S. Larsen, Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 25:15.1973; in Fl. c. l. v. 18:152.1980.

B. coromandeliana DC., Prod. 2:515.1825.

B. triandra Roxb., Fl. Ind. ed. 2. 2:320.1832.

Phanera purpurea (Linn.) Benth. in Miq., Pl. Jungh. 262.1852. Fig 1:1-3

ชื่อพื้นเมือง ชงโค

ชื่ออื่น ๆ เลี้ยว เลี้ยวดอกแดง เลี้ยวหวาน กะเขอ สะเปชี

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้ต้น มีความสูงถึง 10 เมตร กิ่งอ่อน สีเขียวหรือสีเขียวยอมน้ำตาล ผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีขนปกคลุม ถัดเข้ามามีช่องอากาศกระจายทั่วไป ลำต้น สีครีมอมน้ำตาล มีช่องอากาศเป็นขีดยาวตามขวางสีน้ำตาลอมดำ ขนาด 0.50-1.20 เซนติเมตร กระจายหนาแน่น

ใบเดี่ยว เรียงสลับ มีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาด 10.50-16.30 x 9.10-16.80 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 2.70-7.40 เซนติเมตร หรือประมาณ $1/3-1/2$ ของความยาวใบ และแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมนห่างกัน 4.60-7.50 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบเรียบ เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 9-13 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นติ่งแหลมเล็กยาว 0.20-0.30 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียว ผิวเรียบมัน ไม่มีขน ใบด้านล่างมีสีเขียวเห็นเส้นใบชัดเจนและมีขนสั้นสีขาวสเปกระปราย ก้านใบ ยาวประมาณ 4.00-4.80 เซนติเมตร มีสีเขียว ผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีขน หูใบ มีขนาดเล็ก สีเขียว ยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในเป็นเส้นขนาดเล็กผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมยาวประมาณ 0.10-0.20 เซนติเมตร มีขนสั้นๆสีขาวสเปกคลุม (แผนภาพที่ 4.19.2:๑)

ดอก มีลักษณะเป็นช่อแบบช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้าง ก้านดอก ย่อ ยาว 0.70-1.20 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีขนสั้นสีขาวสเปกคลุมหนาแน่น ใบประดับ และใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลมยาว 0.20-0.30 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสเปกคลุมหนาแน่น ดอกตูม รูปกระบอกปลายแหลมยาว 2.10-4.40 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีสันตามแนวยาวเด่นชัด 5 สัน ผิวมีขนสั้นสีขาวปกคลุมหนาแน่น ช่อดอกแต่ละช่อ ประกอบด้วยดอกตูม 4-15 ดอก ฐานดอกมีสีเขียวยาว 1.10-1.60 เซนติเมตร ผิวมีขนสั้นสีขาวสเปกคลุมหนาแน่น กลีบเลี้ยง คล้ายกาบหุ้มสีเขียวอ่อน ยาว 2.40-3.50 เซนติเมตร ผิวมีขนสั้นสีขาวสเปกคลุมหนาแน่น กลีบดอกมี 5 กลีบ รูปใบหอกแคบ ขอบเรียบ มีสีชมพูอ่อน ขนาด 1.10-2.20 x 4.00-7.00, 1.10-2.00 x 4.00-7.00, 1.10-2.20 x 4.20-7.00, 1.10-2.20 x 3.90-7.20 และ 1.10-2.20 x 4.30-7.30 เซนติเมตรตามลำดับ ผิวกลีบดอกเรียบเกลี้ยง ไม่มีขน ก้านกลีบดอก สีชมพู ผิวเรียบเกลี้ยง ยาว 0.50-1.20 เซนติเมตร (แผนภาพที่ 4.19.2:๒)

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน ก้านชูอับเรณู มีสีชมพู ผิวเรียบมัน ยาว 3.70-5.50 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณู ด้านหลังที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 1.88-2.21 อับเรณู สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบยาว 0.60-

0.90 เซนติเมตร แตกตามยาว เกสรเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ มีสีชมพูหรือสีขาวยาว 1.00-1.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย สีครีมหรือสีขาว ส่วนปลายแบนและเป็นแอ่งตรงกลาง ก้านเกสรเพศเมีย สีขาว ยาว 1.20-2.10 เซนติเมตร ผิวมีขนสั้นสีขาวปกคลุมหนาแน่น รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ ยาว 0.90-1.30 เซนติเมตร มีสีเขียวอ่อน และมีขนสั้นสีขาวปกคลุมร่องตรงกลางตามแนวยาวรังไข่มีขนแข็งเอนสีขาวขนาดเล็กทั่วไป ก้านชูเกสรเพศเมีย ยาว 1.30-2.30 เซนติเมตร มีสีชมพู ผิวมีขนสั้นสีขาวปกคลุมหนาแน่น ออวุล สีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 12-15 ออวุล ติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ

ฝัก แบน รูปขอบขนาน ค่อนข้างตรง ขนาด 2.00-2.50 x 22.00-26.00 เซนติเมตร ขอบด้านบนและขอบด้านล่างไม่มีสัน ส่วนปลายสุดแหลม ฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวเรียบเกลี้ยง แตกตามแนวยาว เมล็ด แบน รูปกลมรี สีน้ำตาล ขนาด 1.20-1.30 x 1.50-1.60 เซนติเมตร จำนวน 10-15 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.19.2:๑)

ระยะเวลาออกดอก

กันยายนถึงมีนาคม

ระยะเวลาติดฝัก

พฤศจิกายนถึงเมษายน

การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ

จีน อินเดีย พม่า เวียดนาม และ
ประเทศในเขตร้อน

Bauhinia acuminata Linn.

B. acuminata Linn., Sp. Pl.:375.1753; Kurz, Fl. Burm. 1:396.1877; Bak. in Hook. f., Fl. Br. Ind. 2:276. 1878. Gagnep. in Fl. Ge'n. I.-C. 2:148. 1913; Ridl., Fl. Mal. Pen. 1:625. 1922; Craib in Fl. Siam. En. 1:516. 1928; de Wit, Reinwardtia 3:393.1956; K. & S.S. Larsen, Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 25:7. 1973; in Fl. C. L.V. 18:156.1980.

B. candida auct. non Ait.: D.C. Prod. 2:513. 1825.

B. tomentosa auct. non Linn.: Naves in Blanco, Fl. Filip., ed. 3, 4 (3) :pl.111. 1880.

B. grandiflora auct. non Blanco : Merrill, Philip. J. Sci. (Bot.) 2:433. 1907, nec Juss. in Lamk., Enc. Suppl., 1:600. 1811. Fig. 2:1-4.

ชื่อพื้นเมือง กาทหลง
ชื่ออื่น ๆ ส้มเสี้ยว กาแจ๊ะกูโด

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่ม มีความสูง 3-4 เมตร กิ่งอ่อน สีเขียวหรือสีเขียวอมน้ำตาล ส่วนปลายสุดมีขนสั้นนุ่มปกคลุมทั่วไป ถัดเข้ามามีขนประปราย ลำต้น สีน้ำตาลอมดำ ผิวเรียบไม่มีขน เปลือกมีร่องอากาศค่อนข้างกลม ขนาด 0.10-0.20 เซนติเมตรกระจายทั่วไป

ใบเดี่ยว เรียงสลับ มีรูปร่างแบบรูปไข่หรือค่อนข้างกลม ขนาด 9.50-12.60 x 9.20-11.20 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 3.10-6.00 เซนติเมตรหรือประมาณ 1/3 -1/2 ของความยาวใบและแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกค่อนข้างแหลมห่างกัน 4.80-9.70 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบด้านบนเรียบ ด้านล่างขนโดยรอบและมีขนสั้นนุ่มปกคลุม เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 9-11 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นติ่งแหลมเล็ก ยาว 0.20-0.30 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวเรียบมัน ไม่มีขน ใบด้านล่างมีสีเขียวเห็นเส้นใบชัดเจนและมีขนสั้นสีขาวสปกคลุมหนาแน่น ก้านใบ ยาว 2.20 -3.60 เซนติเมตร มีสีเขียวหรือสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นประปราย หูใบ มีขนาดเล็ก สีเขียว ยื่นออกมา 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.80-1.00 เซนติเมตร มีขนสั้นๆปกคลุม (แผนภาพที่ 4.19.2:๑)

ดอก มีลักษณะเป็นช่อแบบช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้าง ก้านดอก ย่อ ยาว 0.50-1.50 เซนติเมตร มีสีเขียวและมีขนสั้นสีขาวสปรประปราย ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.30-0.50 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสปกคลุมที่ขอบทั้งสองข้าง ดอกตูม รูปกระสวย (fusiform) ยาว 1.40-3.50 เซนติเมตร ส่วนปลายเรียวแหลม และแยกออกเป็นติ่งแหลมเล็กที่มีขนสีขาวสปกคลุม 5 อัน ผิวเรียบเกลี้ยง สีเขียว อาจมีขนสีขาวสปกคลุมเล็กน้อย ช่อดอกแต่ละช่อประกอบด้วยดอกตูม 4-8 ดอก ฐานดอก รูปลูกข่าง (turbinate) ยาว 0.30-0.70 เซนติเมตรผิวเรียบเกลี้ยง สีเขียว มีขนสีขาวสปกคลุมเล็กน้อย กลีบเลี้ยง คล้ายกาบ (spathulate) สีเขียวอ่อน ยาว 1.80-3.50 เซนติเมตร ผิวเรียบเกลี้ยง มีขนสีขาวสปกคลุมน้อยมาก กลีบดอก มี 5 กลีบ รูปขอบขนานแกมรูปไข่กลับ (obovate-oblong) มีสีขาว ขอบเรียบ ขนาด 1.30-3.20 x 3.00-5.20, 1.30-3.20 x 3.00-5.20, 1.30-3.30 x 3.00-5.40 และ 1.30-3.20 x 2.80-5.40

เซนติเมตร ตามลำดับ ผิวกลีบดอกเรียบเกลี้ยง ไม่มีขนปกคลุม ก้านกลีบดอก สั้นมากหรือไม่มี (แผนภาพที่ 4.19.2:๑)

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 10 อัน ก้านชูอับเรณู สีขาว ผิวเรียบมัน ยาวไม่เท่ากัน อยู่ในช่วง 1.20-3.00 เซนติเมตร ส่วนโคนเชื่อมติดกันและมีขนสีขาวสปกคลุม ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณูด้านหลังที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 0.20-0.28 อับเรณู ค่อนข้างตรง สีเหลืองสด ยาว 0.40-0.50 เซนติเมตร แตกตามแนวยาว

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย สีเขียวอ่อน มีขนาดใหญ่เด่นชัด ส่วนปลายแบนและเป็นแอ่งตรงกลาง ก้านเกสรเพศเมีย สีขาว ยาว 1.00-2.00 เซนติเมตร ผิวเรียบมัน ริงไข่ อยู่เหนือวงกลีบ ยาว 0.60-1.10 เซนติเมตร มีสีเขียว ผิวเรียบมัน ร่องตรงกลางตามแนวยาวปกคลุมด้วยขนแข็งเอนขนาดเล็กสีขาวสทั่วไป ก้านชูเกสรเพศเมีย สีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน ยาว 0.80-1.70 เซนติเมตร ออวูล สีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 10-12 ออวูล ติดอยู่ที่ผนังริงไข่ตามแนวตะเข็บ

ฝัก แบน รูปขอบขนาน โค้งเล็กน้อย ขนาด 1.50-1.70 x 9.00-11.00 เซนติเมตร ขอบด้านบนมีสันตามแนวยาว ส่วนปลายสุดเรียวแหลมมีติ่งยื่นออกมา ฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาล ผิวเรียบเกลี้ยง แตกตามแนวยาว เมล็ด แบนรูปไต สีน้ำตาล ขนาด 0.60-0.70 x 1.10-1.20 เซนติเมตร จำนวน 5-11 เมล็ดต่อฝัก (แผนภาพที่ 4.19.2:๑)

ระยะเวลาออกดอก ตลอดปี

ระยะเวลาติดฝัก ตลอดปี

การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

4.5.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคและกาหลง

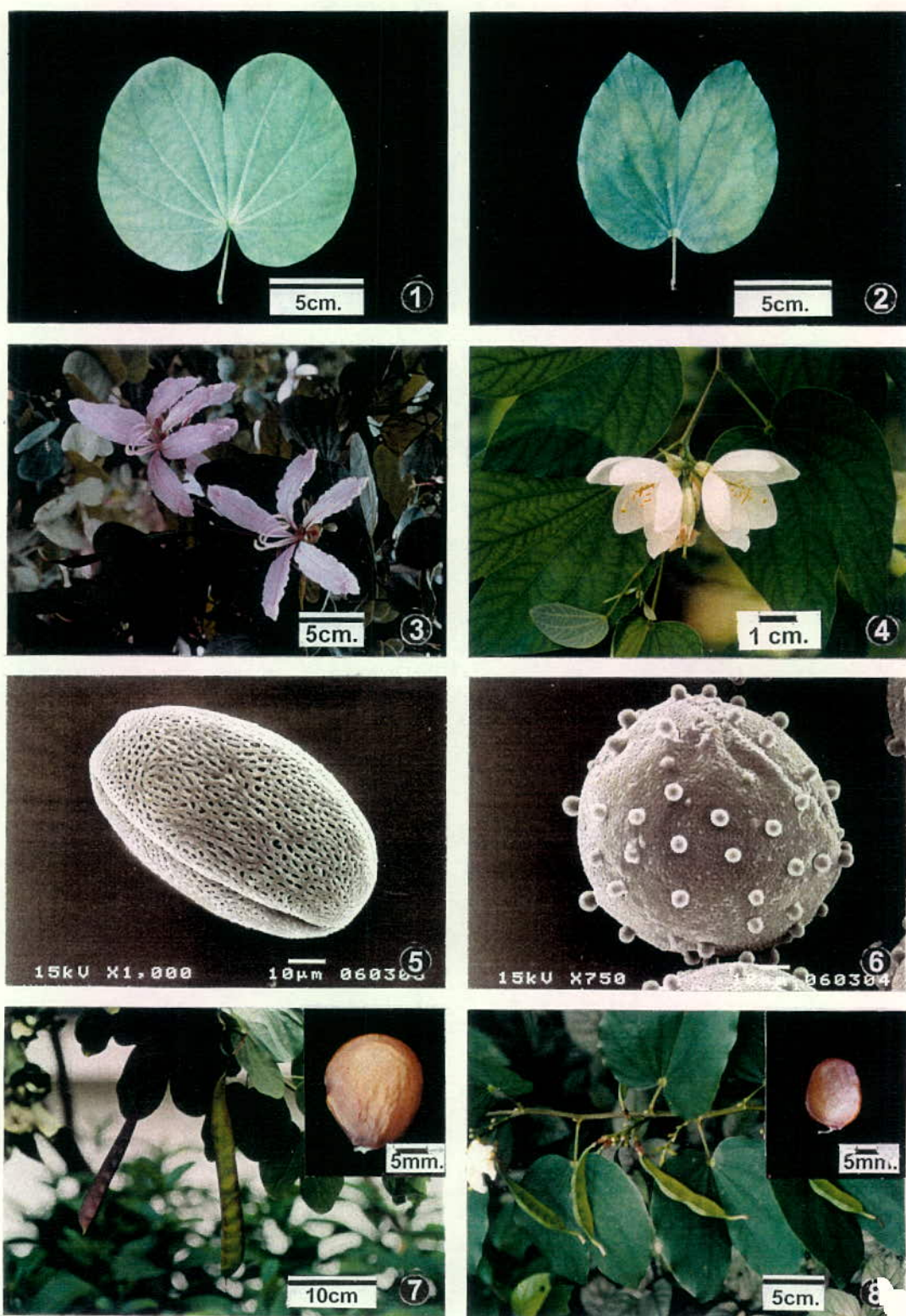
จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโค (*Bauhinia purpurea*) ซึ่งเก็บรวบรวมจากคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกาหลง (*Bauhinia acuminata*) ซึ่งเก็บรวบรวมจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชนิดละ 50 ตัวอย่าง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สรุปลักษณะดังนี้

Bauhinia purpurea Linn.

- รูปร่าง** : คล้ายรักบี้ (prolate) มีสมมาตรแบบรัศมี อยู่เดี่ยวๆ (monad)
(shape class)
- ขนาด** : $P = (80.00) - 81.72 - (88.00)$ ไมครอน
(size) $E = (60.00) - 61.56 - (65.00)$ ไมครอน
 $P/E = 1.33 - 1.35$
- ช่องเปิด** : มีขั้วแบบ isopolar
(aperture) มีช่องเปิดแบบ 3-colporoidate เรียงตามแนวศูนย์สูตร
มีความยาวประมาณ $4/5$ ของความยาวเรณูแนว polar axis
ความกว้างช่องเปิด = $(12.00) - 12.46 - (13.00)$ ไมครอน
ความยาวช่องเปิด = $(70.00) - 74.52 - (76.00)$ ไมครอน
- พื้นที่บริเวณขั้ว** : ขนาดเล็ก = $(0.17) - 0.19 - (0.21)$ ไมครอน
(apocolpium)
- ลวดลายผิว** : แบบ striato-reticulate
(ornamentation)

Bauhinia acuminata Linn.

- รูปร่าง** : กลม (spheroidal) มีสมมาตรแบบรัศมี อยู่เดี่ยวๆ (monad)
(shape class)
- ขนาด** : $P = (85.00) - 90.50 - (95.00)$ ไมครอน
(size) $E = (85.00) - 90.50 - (95.00)$ ไมครอน
 $P/E = 1.00$
- ช่องเปิด** : ไม่มีขั้ว
(aperture)
- พื้นที่บริเวณขั้ว** : ไม่มี
(apocolpium)
- ลวดลายผิว** : แบบ reticulate มี supratectal process ยื่นออกมารอบเรณู
(ornamentation) เด่นชัด



แผนภาพที่ 4.19.2 เปรียบเทียบลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโค(๑ ๓ ๕ ๗)
และกาหลง(๒ ๔ ๖ ๘)

4.5.3 การศึกษา numerical taxonomy ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

การตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำที่พบในประเทศไทยด้วยวิธีการ numerical taxonomy โดยศึกษาเปรียบเทียบกับสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโค (*Bauhinia purpurea* Linn.) และกาหลง (*Bauhinia acuminata* Linn.) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มและการวิเคราะห์จัดจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณูและฝัก รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ จากตัวอย่างประชากรชงโค (*B. purpurea*) ประชากรกาหลง (*B. acuminata*) และประชากรชงโคดำ 4 พันธุ์ คือ *B. pottsii* var. *subsessilis*, *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ประชากรละ 50 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างประชากรทั้งหมด 300 ตัวอย่างได้ผลดังนี้

4.5.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโคและกาหลง

จากการศึกษาลักษณะวิสัยและลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และ ตารางที่ 3.6) เมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยพบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 92.276 เปอร์เซ็นต์โดยตัวแปรทุกตัวมีค่า communalities มากกว่า 0.5 ค่า factor loading ของตัวแปรต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในทุกแกนปัจจัยมีค่ามากกว่า 0.5 โดยแกนปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 44 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ HAB, SSEE, ESC, RBR, SSTI, SPE, SPOD, TPO, NFST, TBU, TLE, SPO, HLE, HUE, HOV, NSEE, NVR และ NSV ตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CAN, CSTY, CFI, CPE และ CSTI รวมทั้งตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WSEE, LSEE, WPE 1, 3-5, TRA, WPOD, DEA, LRE, TRA, LAN 1-3, LSTY, WBF, LFI 1-3, LLE และ WAP ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 18 ตัวแปรได้แก่ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ TAP, PAP, NBU, PFI และ RPOD ตัวแปรที่แสดงสีสันคือ CBU และตัวแปรที่แสดงขนาดคือ DAP, LPCL 1-5, LCA, LOV, LAP, LBU, WLE และ LGY สำหรับแกนปัจจัยที่ 3 นั้นประกอบด้วย 7 ตัวแปรได้แก่ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ RAF และ LEN กับตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPE 1-5 แกนปัจจัยที่ 4 ประกอบด้วย 2 ตัวแปรเท่านั้นคือ WPE 2 กับ RBU เช่นเดียวกับแกนปัจจัยที่ 5 ก็ประกอบด้วย 2 ตัวแปรเช่นกันคือ LBF กับ WCA ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 6 มีเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้นคือ LPOD สำหรับแกนปัจจัยที่ 7 นั้นไม่มีตัวแปรใดเป็นองค์ประกอบเลย (ตารางที่ 4.56)

เมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าค่า factor loading ของตัวแปรในแต่ละแกนปัจจัยเปลี่ยนไปจากเดิม แต่ก็ยังคงมีค่ามากกว่า 0.5 นอกจากนี้การหมุนแกนปัจจัยยังทำให้แกนปัจจัยแต่ละแกนมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันภายในแกนสูงครบทั้ง 7 แกนอีกด้วยคือ แกนปัจจัยที่ 1 เหลือองค์ประกอบภายในแกนเพียง 39 ตัวแปร ได้แก่ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ SPO, HLE, HUE, HOV, SSTI, SPE, SPOD, PFI, NSV, HAB, SSEE, ESC, RBR, TPO, NBU, NFST, TLE, TBU และ NSEE ตัวแปรที่แสดงสีส้มคือ CAN, CSTY, CFI, CSTI, CPE และ CBU รวมทั้งตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WPOD, DAP, TRA, WPE 1, 3-5, WBF, WSEE, WLE, WAP, LSEE, LLE และ LSTY ส่วนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วย 20 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาดคือ LPCL1-5, LCA, LAN 1-3, LBU, DEA, LOV, LRE, LGY และ LFI 2-3 และตัวแปรที่แสดงรูปร่างคือ NVR, TAP, PAP และ RPOD ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 3 ประกอบด้วย 9 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรที่แสดงขนาด คือ LPE 1-5, LAP และ LFI 1 กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะคือ LEN และ RAF สำหรับแกนปัจจัยที่ 4 มีเพียง 3 ตัวแปรเท่านั้น ได้แก่ตัวแปรที่แสดง รูปร่างลักษณะ คือ RBU กับตัวแปรที่แสดงขนาดคือ WPE 2 และ DPA ส่วนแกนปัจจัยที่ 5, 6 และ 7 ประกอบด้วยตัวแปร 1 ตัวแปรเช่นเดียวกัน คือ LBF, WCA และ LPOD ตามลำดับ (ตารางที่ 4.57)

เมื่อพิจารณตารางที่ 4.55 จะเห็นว่าแกนปัจจัยแต่ละแกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือแกนปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้สูงสุดเพียง 39.288 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แกนปัจจัยที่ 2-7 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 27.367, 12.838, 6.691, 2.700, 1.843 และ 1.548 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นจึงต้องใช้แกนปัจจัยทั้งหมด 7 แกนร่วมกัน จึงจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้รวมทั้งสิ้น 92.276 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำแกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลงออกเป็น 5 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.36:๑) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือ ประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) กลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 10 (*B. purpurea*) และกลุ่มที่ 5 คือประชากรที่ 11 (*B. acuminata*) โดยพบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 1 สามารถจำแนกประชากรทั้ง 5 กลุ่มออกจากกันได้ค่อนข้างชัดเจน ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 2 แยกประชากรทั้ง 5 กลุ่มออกจากกันได้ไม่ดีนัก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 กับแกนปัจจัยที่ 3-7 พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3 และแกนปัจจัยที่ 4 สามารถแยกประชากรที่ 10 และประชากรที่ 11 ออกจากกันได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ไม่สามารถแยกประชากรที่ 1, 4, 6 และ 8 ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.37: ๑-๒) ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 5-7 ไม่สามารถแยกประชากรทั้ง 5 กลุ่มออกจากกันได้เลย (แผนภาพที่ 4.37: ๓-๕)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 2 กับแกนปัจจัยที่ 3-7 พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 2 สามารถแยกประชากรที่ 10 ออกจากประชากรอื่นๆ ได้ค่อนข้างชัดเจน ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3 และแกนปัจจัยที่ 4 สามารถแยกประชากรที่ 10 และประชากรที่ 11 ออกจากกันได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ไม่สามารถแยกประชากรที่ 1, 4, 6 และ 8 ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.37: ๖-๗) ในขณะที่ลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 5-7 ไม่สามารถแยกประชากรทั้ง 5 กลุ่มออกจากกันได้เลย (แผนภาพที่ 4.37: ๘ และแผนภาพที่ 4.38: ๑-๒)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 3 กับแกนปัจจัยที่ 4-7 พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 3 สามารถแยกประชากรที่ 10 ออกจากประชากรอื่นๆ ได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ประชากรที่ 1, 4, 6, 8 และ 11 นั้นมีการกระจายปะปนกันอยู่ไม่แยกเป็นกลุ่มที่เด่นชัดนัก (แผนภาพที่ 4.38: ๓-๕)

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 4 แกนปัจจัยที่ 5 แกนปัจจัยที่ 6 และแกนปัจจัยที่ 7 พบว่าไม่สามารถจำแนกประชากรทั้ง 5 กลุ่มออกจากกันได้อย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.39: ๑-๕)

4.5.3.2 ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มของลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

การวิเคราะห์จัดกลุ่มประชากรชงโคดำเปรียบเทียบกับประชากรชงโคและกาหลงโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู และฝัก รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ (ตารางที่ 4.56) พบว่าสามารถจัดกลุ่มประชากรออกเป็น 5 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.47) ได้แก่กลุ่มที่ 1 คือประชากรที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 4 (*B. pottsii* var. *pottsii*) กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยประชากรที่ 6 (*B. pottsii* var. *mollissima*) กับประชากรที่ 8 (*B. pottsii* var. *velutina*) กลุ่มที่ 4 คือประชากรที่ 10 (*B. purpurea*) และกลุ่มที่ 5 คือประชา

ครั้งที่ 11 (*B. acuminata*) เคนโครแกรมจากการวิเคราะห์จัดกลุ่มแสดงให้เห็นว่าประชากรกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งก็คือประชากรชงโคดำทั้งหมดมีการจัดกลุ่มเป็นกลุ่มเดียวกันแยกออกจากประชากรชงโคและกาหลงอย่างเด่นชัด แสดงให้เห็นว่าชงโคดำ ชงโค และกาหลง มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะจัดเป็นคนละกลุ่มกันได้อย่างชัดเจนโดยชงโคดำประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มย่อยที่ 1 (*B. pottsii* var. *subsessilis*) กลุ่มย่อยที่ 2 (*B. pottsii* var. *pottsii*) และกลุ่มย่อยที่ 3 (*B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina*)

4.5.3.3 ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะพื้นฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณูและฝักของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของกิ่งและใบซึ่งเป็น vegetative character กับลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอก เรณู และฝัก ซึ่งเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะพบว่าลักษณะต่างๆ เหล่านี้ถูกนำเข้าสู่การวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 21 ลักษณะ (ตารางที่ 4.59) ได้ผลการจัดจำแนก 5 สมการซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1 ทั้งหมดเมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลของสมการที่ 1-5 พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.000, 0.999, 0.995, 0.942 และ 0.809 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลมายกกำลังสอง พบว่าทั้ง 5 สมการมีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 กล่าวคือมีค่าเท่ากับ 1.000, 0.998, 0.990, 0.887 และ 0.654 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.58)

เมื่อพิจารณาค่าวิลค์แลมดาพบว่าสมการที่ 1-5 ล้วนแต่มีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 คือ เท่ากับ 0.000, 0.000, 0.000, 0.039 และ 0.346 ตามลำดับ แสดงว่าสมการทั้ง 5 สมการนี้มีความเหมาะสมในการทำนายกลุ่มได้ดี โดยสมการที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 63.70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมการที่ 2-5 อธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้เท่ากับ 32.50, 3.40, 0.30 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นสมการทั้ง 5 สมการจึงสามารถอธิบายความแปรผันสะสมของข้อมูลรวมกันได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 5 สมการต่างก็มีค่า chi-square ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.58)

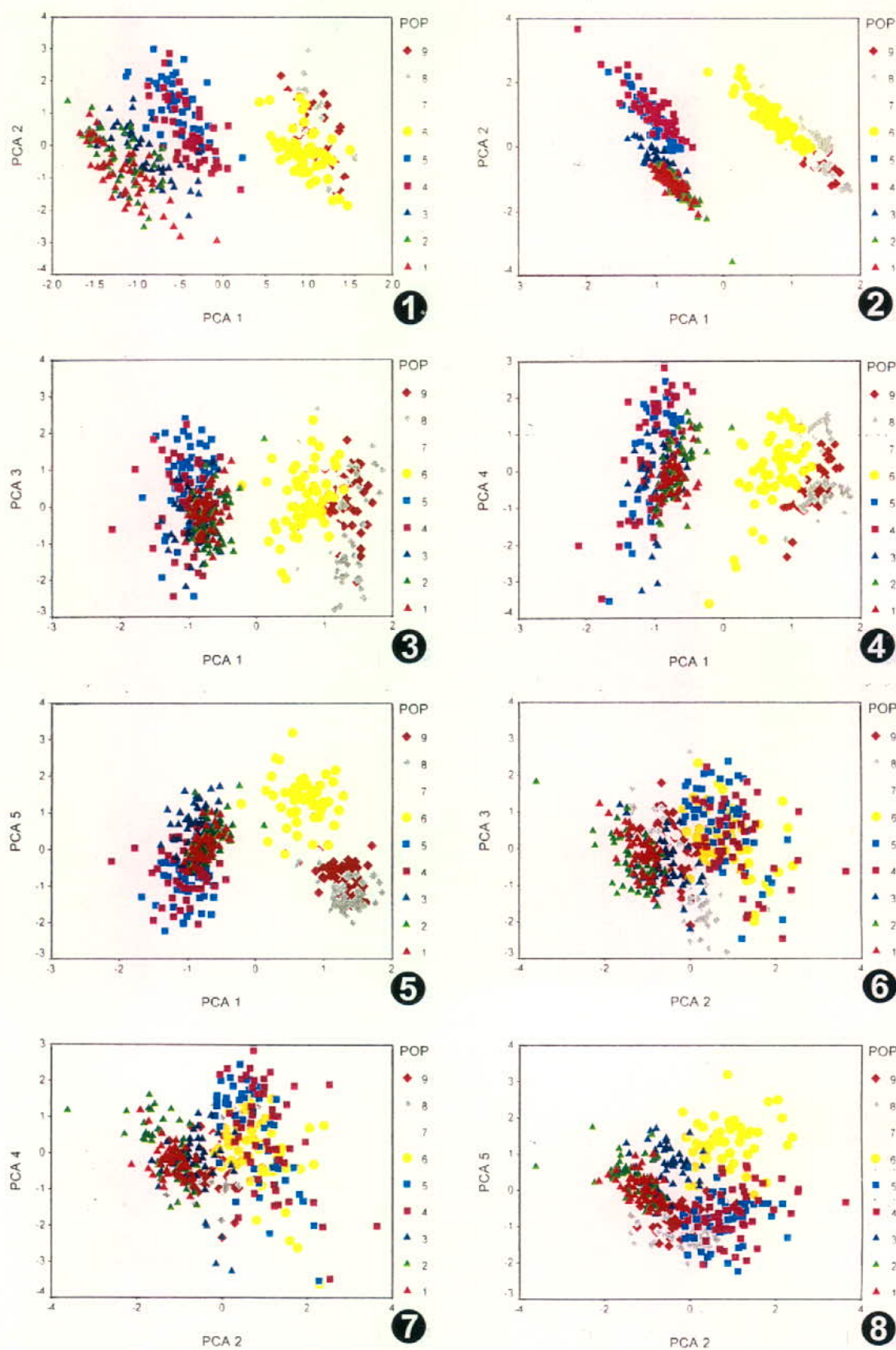
เมื่อพิจารณาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (ตารางที่ 4.59) พบว่าสมการที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของเรณู คือ DPA และ TRA กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะของดอกตูมคือ RBR ส่วนสมการที่

2 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะของเรณูคือ DAP และ LAP กับตัวแปรที่แสดงขนาดของเมล็ดคือ WSEE สำหรับสมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดใบคือ NSV และ LLE กับตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะและขนาดของเกสรเพศผู้คือ RAF, LFI 1 รวมทั้งขนาดของกลีบเลี้ยงอีกด้วยคือ LCA สมการที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงรูปร่างใบคือ LBF ตัวแปรที่แสดงขนาดเกสรเพศเมียคือ LGY ตัวแปรที่แสดงรูปร่างลักษณะเรณูคือ NVR, WAP และตัวแปรที่แสดงขนาดของกลีบดอกคือ WPE 1 สำหรับสมการสุดท้ายคือสมการที่ 5 นั้น ประกอบด้วยตัวแปรที่แสดงขนาดของดอกเพียงอย่างเดียวคือ LAN 3, LPCL 2 และ 5, LPE 4 และ WCA

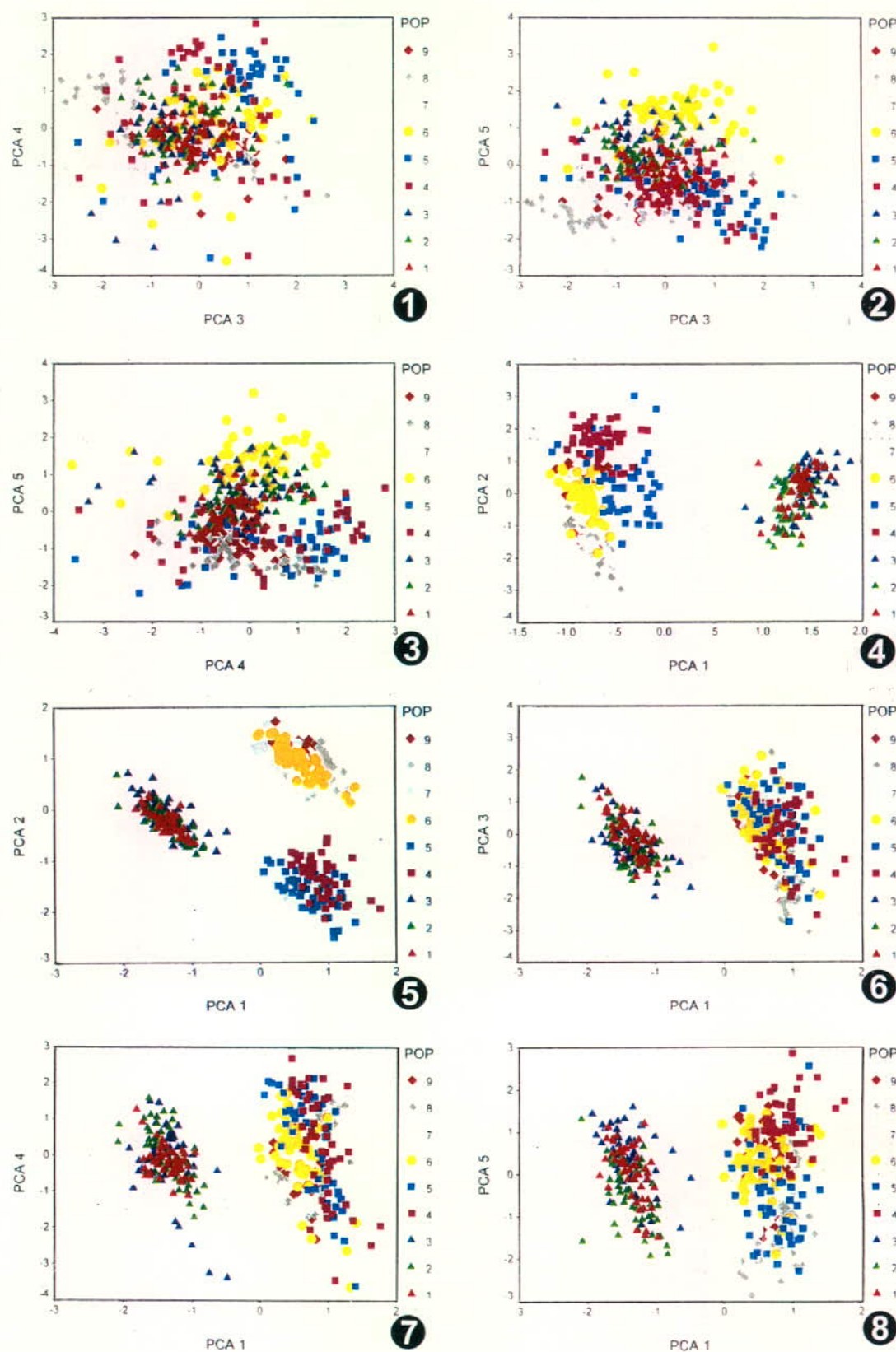
แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณูและฝักของชงโคดำ ชงโคและกาหลงที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก (ตารางที่ 4.60) ก็พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการจัดจำแนกประชากรของสมการที่ 1 ก็คือ WSEE, RBR, LSTY, WPOD และ WLE แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกจริงๆ คือ WSEE และ RBR เท่านั้น สำหรับตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการจัดจำแนกของสมการที่ 2 ก็คือ NSEE เพียงตัวแปรเดียว ในขณะที่สมการที่ 3 นั้นประกอบด้วยตัวแปรมากถึง 12 ตัวแปร ได้แก่ RAF, DAP, LPCL1-5, DEA, LPOD, LEN, LLE และ NBU แต่ตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกมีเพียง 5 ตัวแปรเท่านั้นคือ RAF, DAP, LLE, LPCL 2 และ 5 สมการที่ 4 ก็ประกอบด้วยตัวแปรมากถึง 18 ตัวแปร ได้แก่ LAP, TRA, DPA, PFI, LGY, LPE 1-5, NVR, WAP, WPE 4-5, LFI 1-3 และ WBF แต่มีตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกเพียง 8 ตัวแปรเท่านั้น คือ LAP, TRA, DPA, LGY, LPE 4, NVR, WAP และ LFI 1 สำหรับสมการที่ 5 ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการจัดจำแนก 14 ตัวแปรคือ WCA, LAN 1-3, LCA, WPE 1-3, NSV, LBF, LBU, LRE, LOV และ LSEE แต่มีตัวแปรที่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพียง 6 ตัวแปรคือ WCA, LAN 3, LCA, WPE 1, NSV และ LBF

เมื่อนำสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลรวมกันได้ถึง 96.20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.58) มาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟพบว่าสามารถจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง ออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัด (ภาพที่ 4.48:๑) โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรที่ 1, 4, 6 และ 8 ซึ่งก็คือประชากรชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์นั่นเอง กลุ่มที่ 2 คือประชากรที่ 10 ซึ่งก็คือประชากรชงโค และกลุ่มที่ 3 คือประชากรที่ 11 ซึ่งก็คือประชากรกาหลงนั่นเอง โดยพบว่าการทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะกิ่ง ใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค

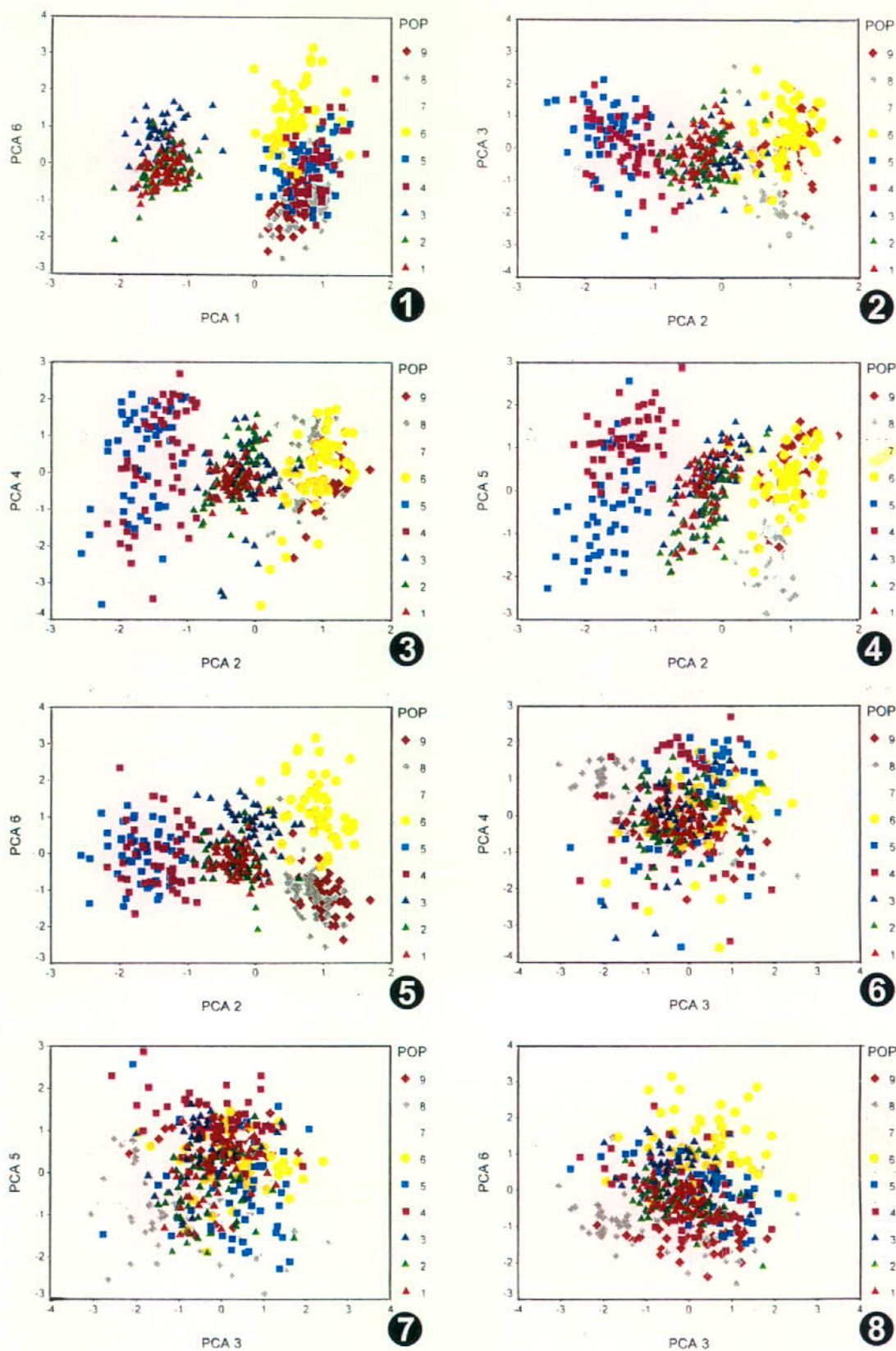
และกาหลงมีค่าสูงถึง 99.30 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.61) แสดงให้เห็นว่าสมการจัดจำแนก
สามารถทำนายกลุ่มประชากรได้ดีมาก



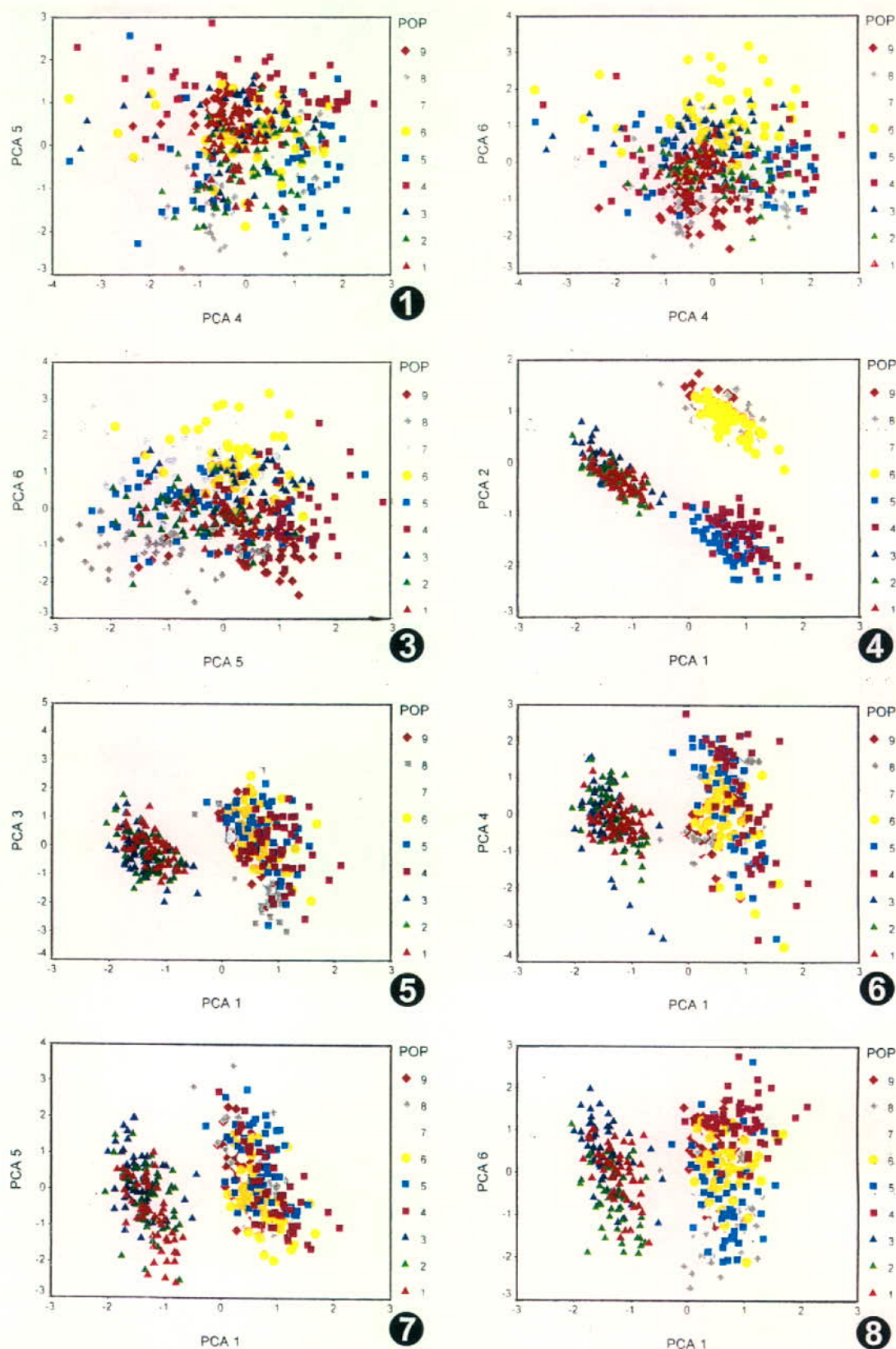
แผนภาพที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ (๑) และลักษณะดอก (๒-๘) ของชงโคดำในประเทศไทย



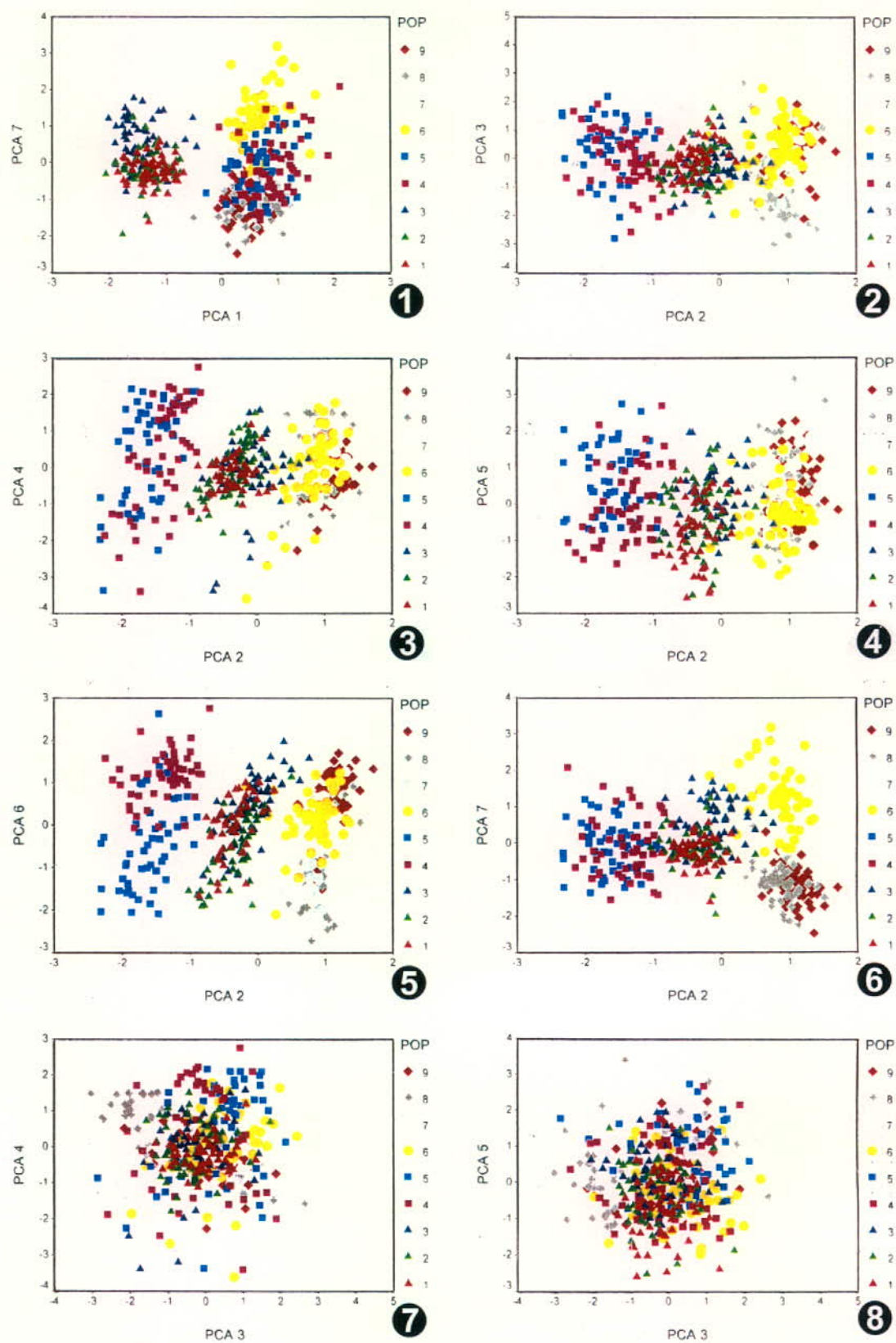
แผนภาพที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะดอก (๑-๓) ลักษณะเรณู (๔) และลักษณะดอกกับเรณู (๕-๘) ของชงโคดำในประเทศไทย



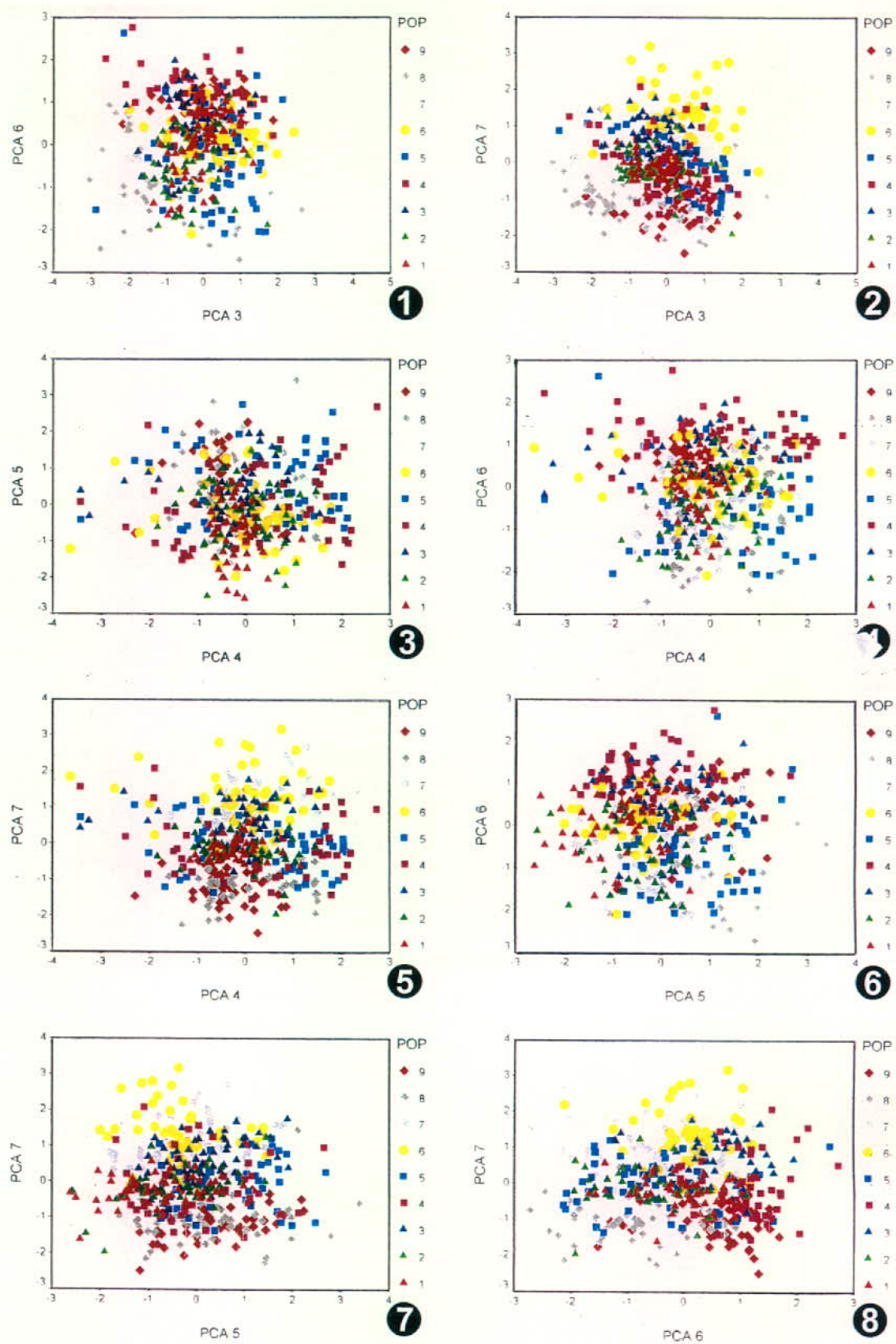
แผนภาพที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะดอก กับเรณูของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



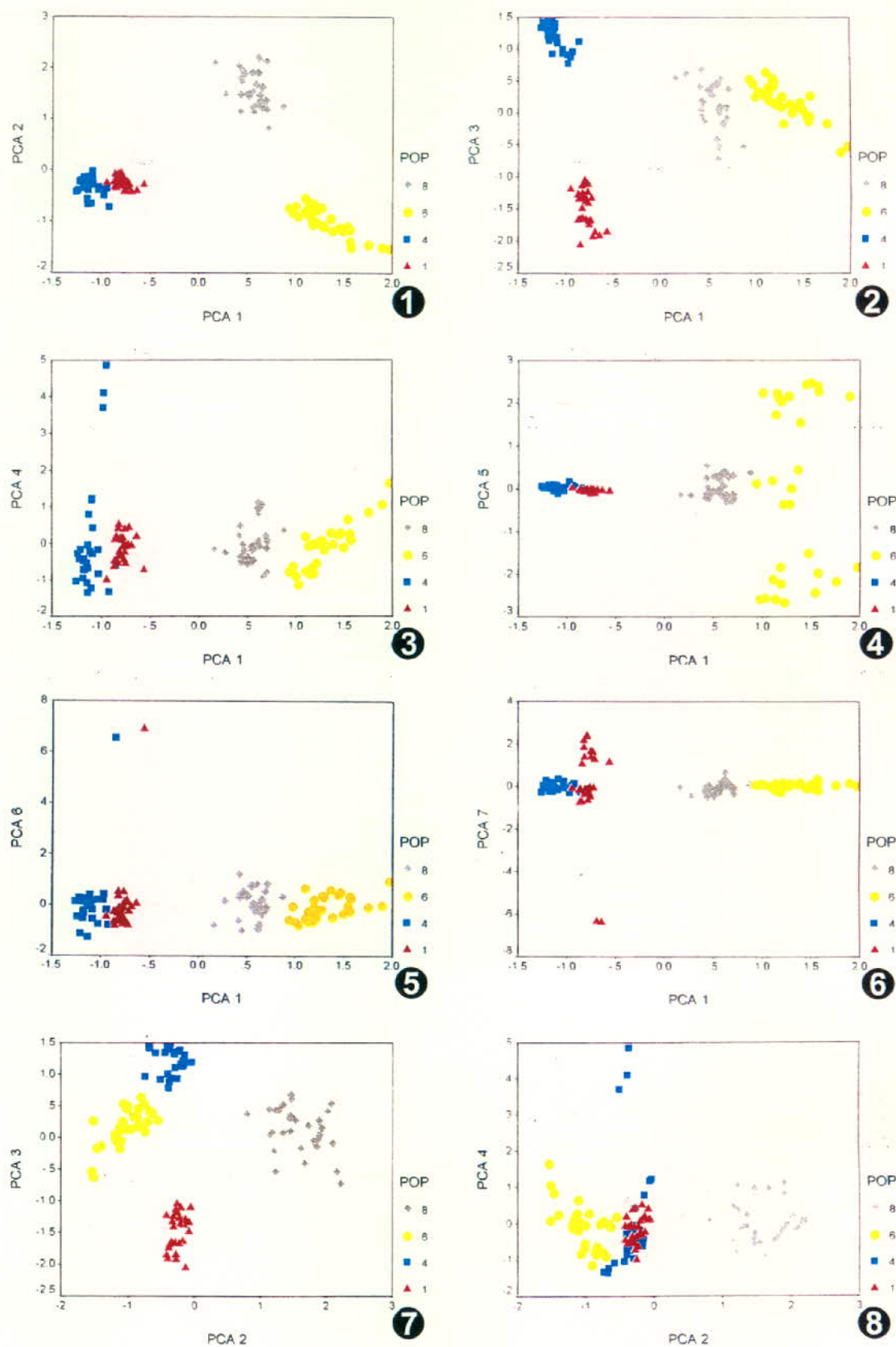
แผนภาพที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะดอก กับเรณู (๑-๓) และลักษณะใบ ดอก เรณู (๔-๖) ของชงโคดำในประเทศไทย



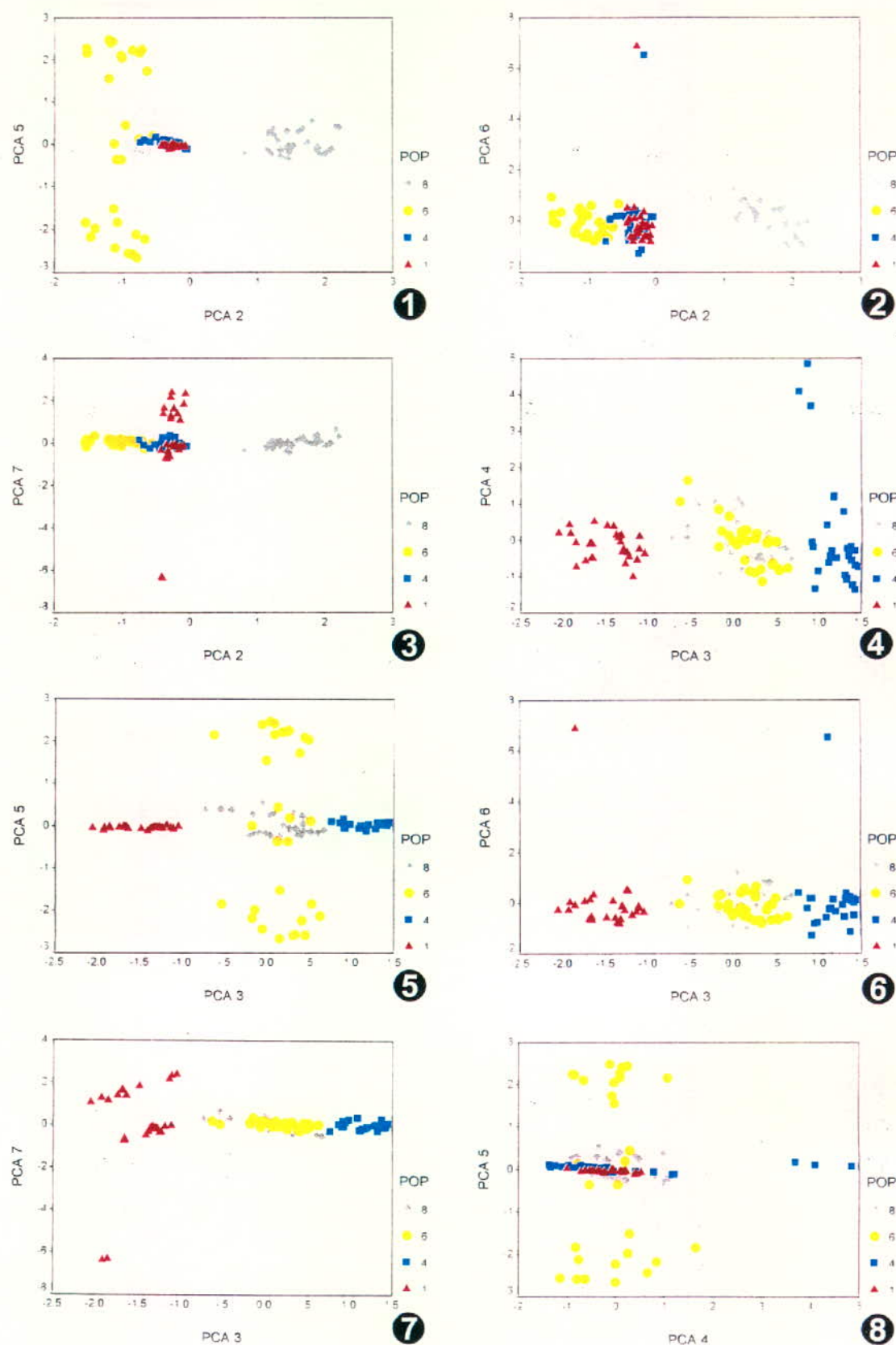
แผนภาพที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๙)



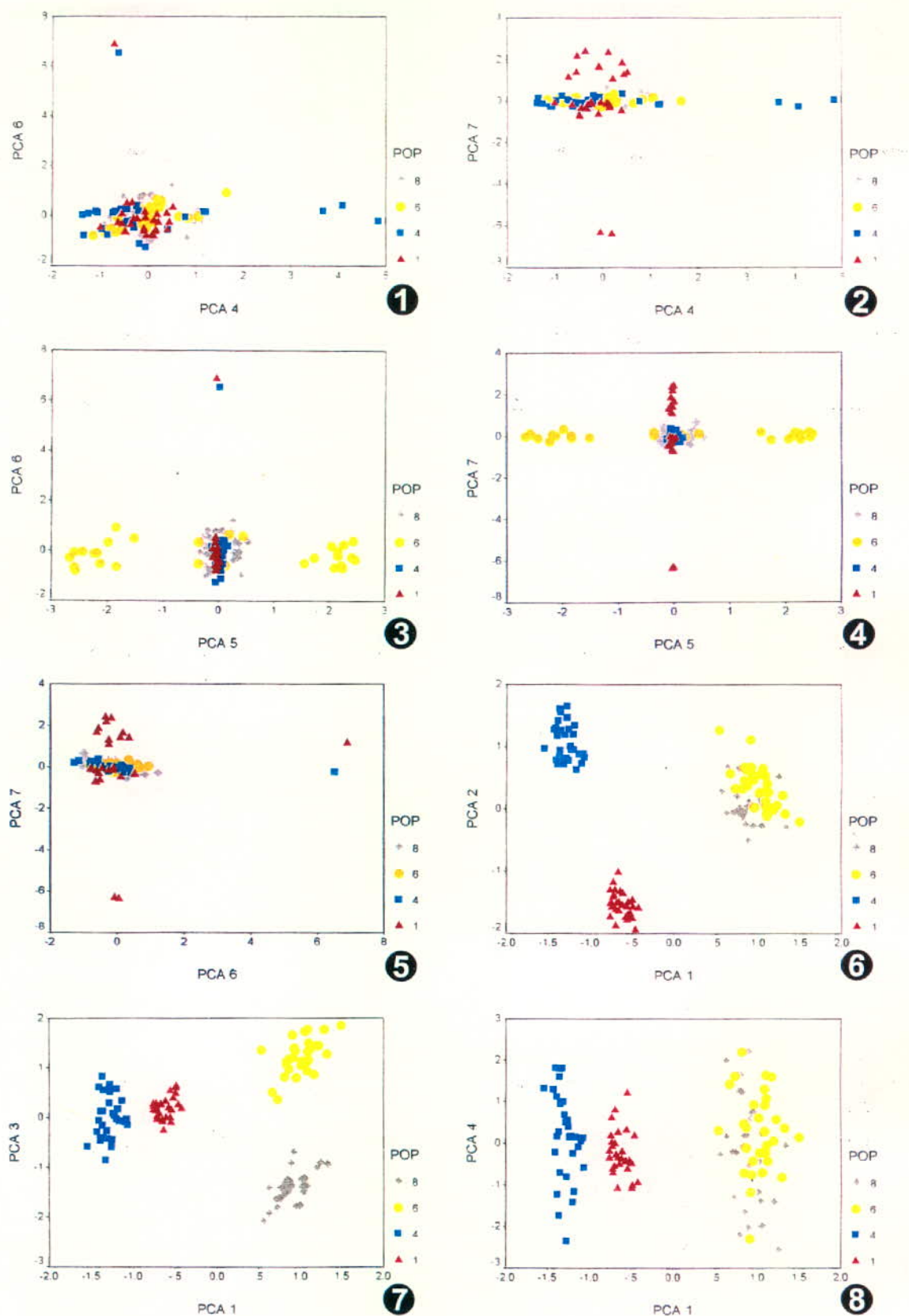
แผนภาพที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



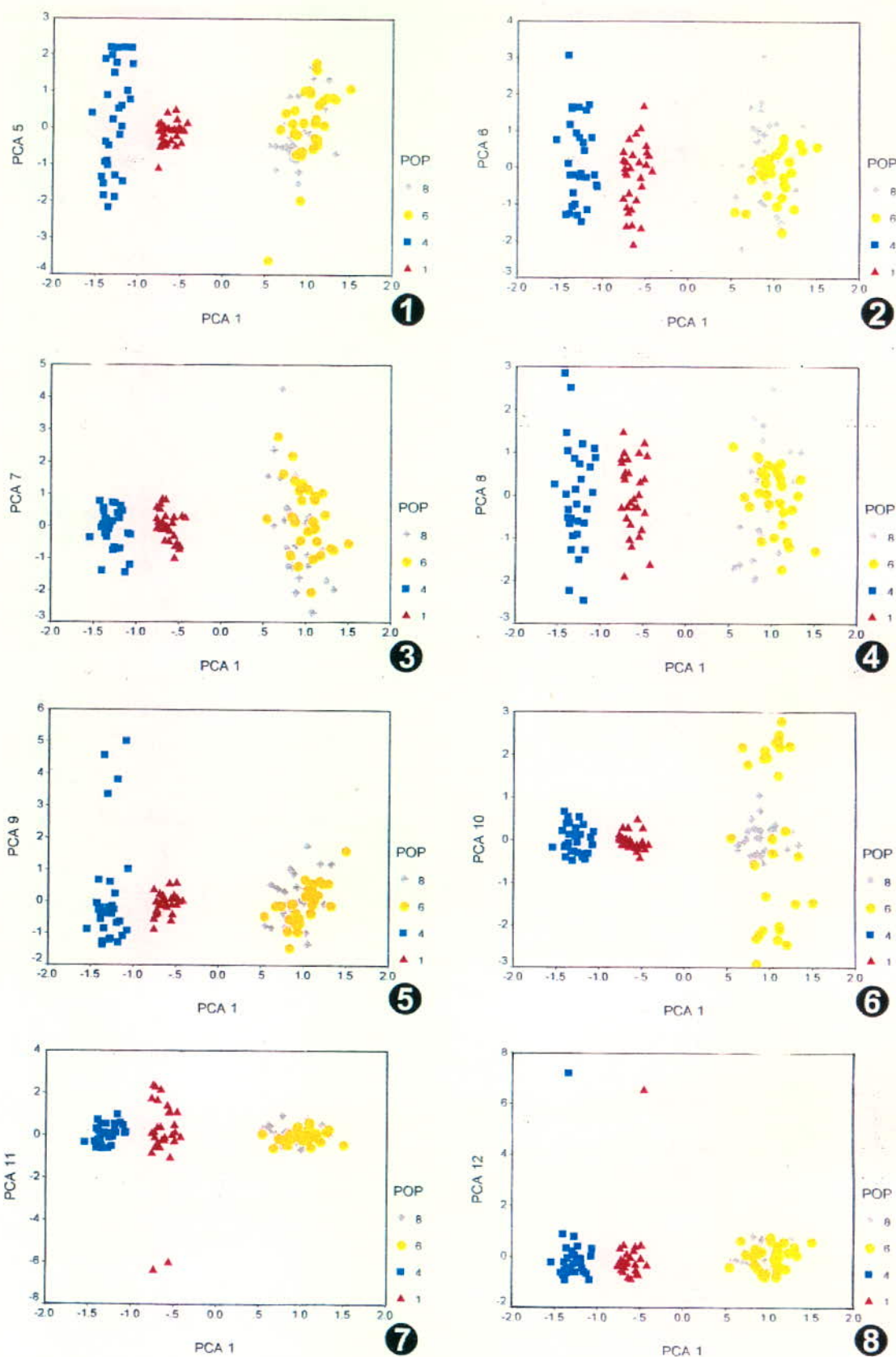
แผนภาพที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของงูโคต้าในประเทศไทย (๑-๘)



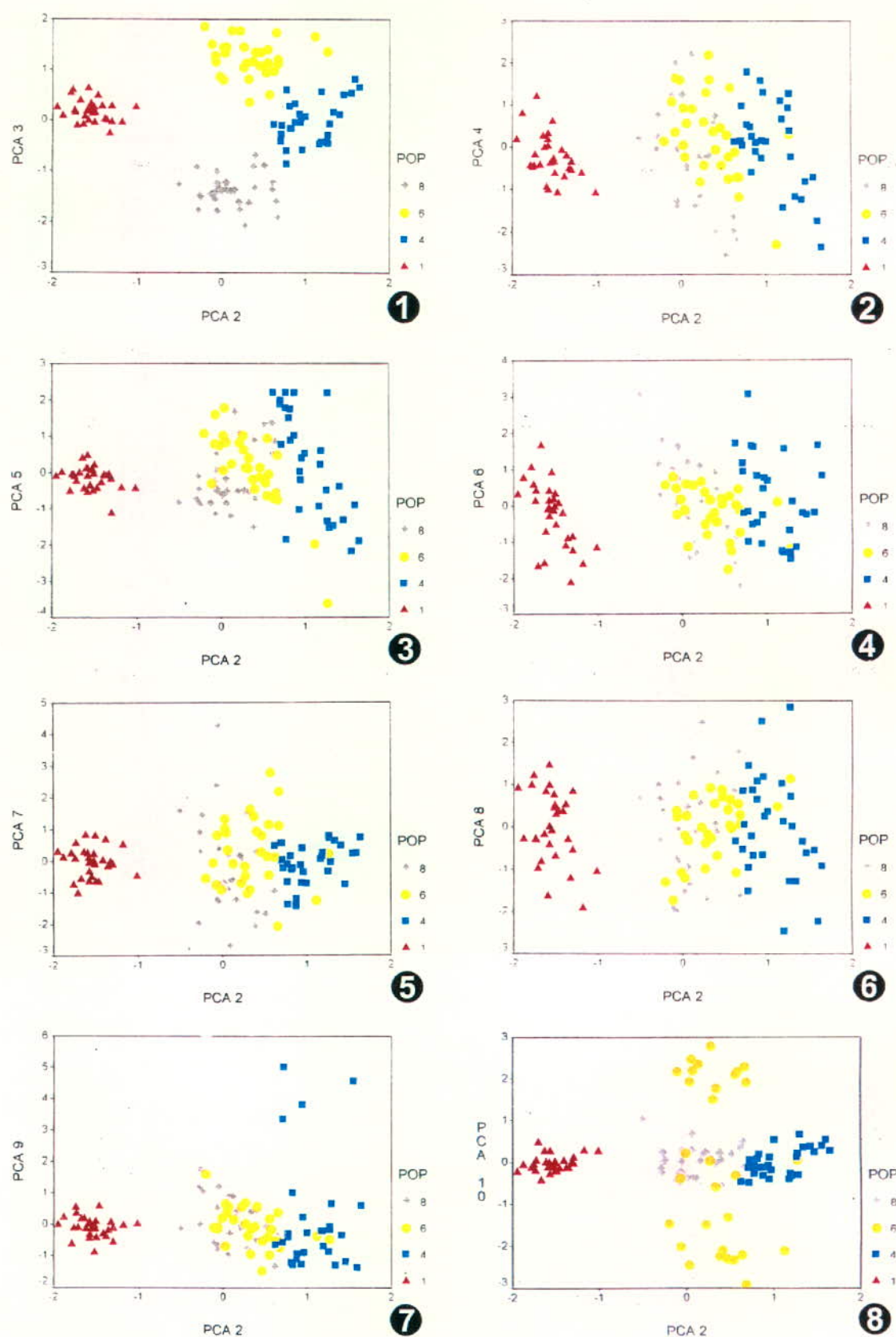
แผนภาพที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



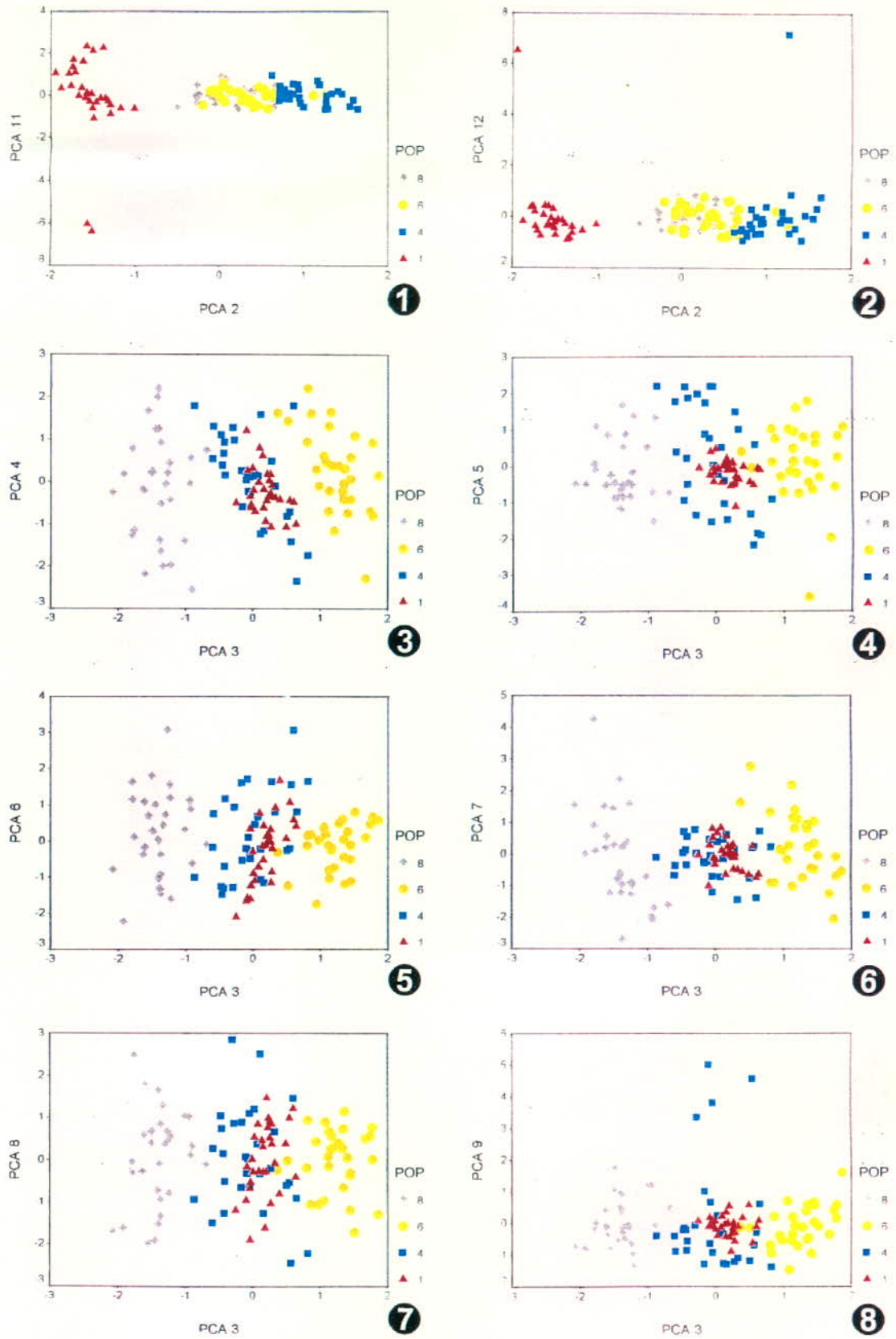
แผนภาพที่ 4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบ (๑-๖) และลักษณะใบ ดอก เปรียบกับแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบ (๑-๖) ของชงโคดำในประเทศไทย



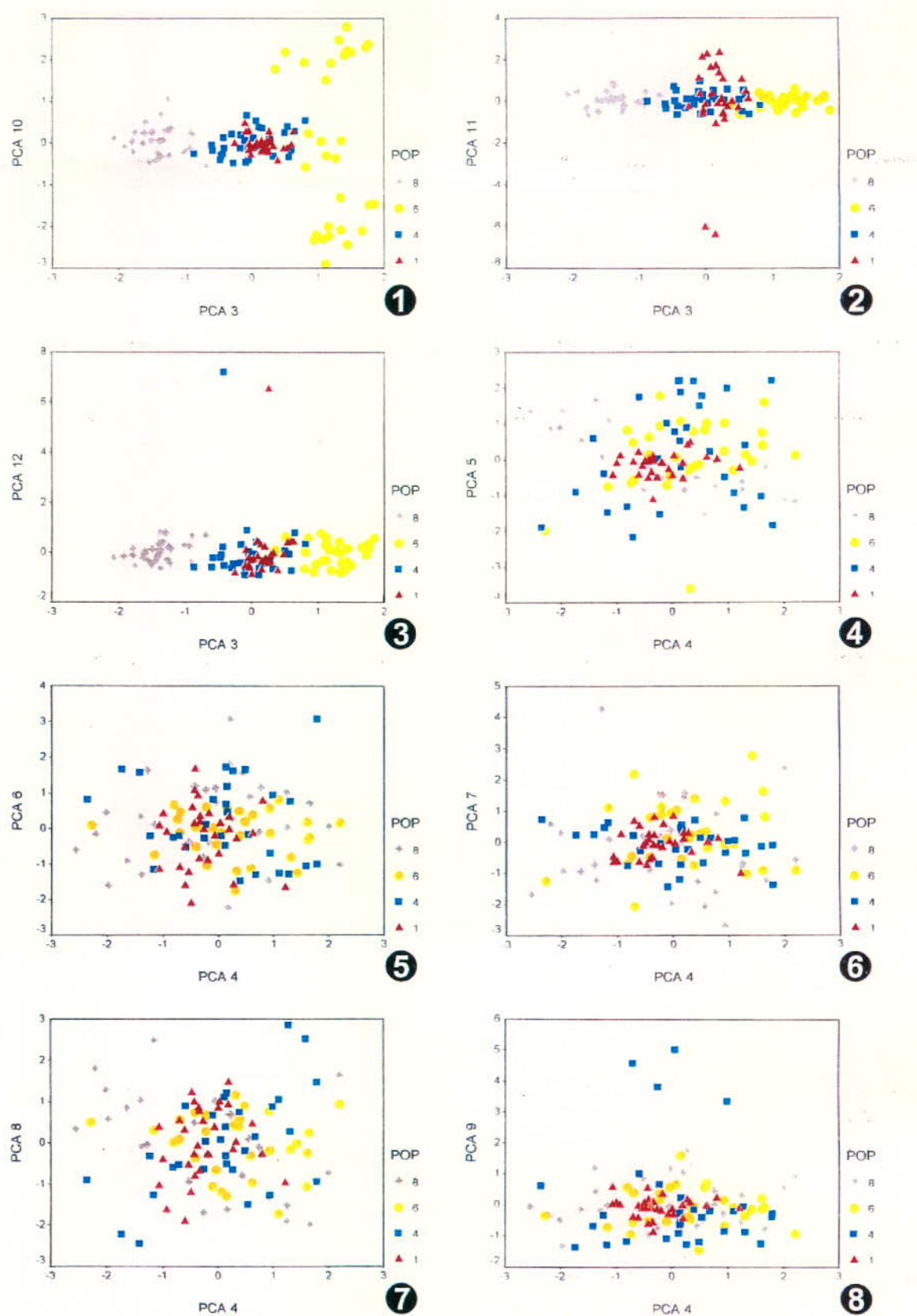
แผนภาพที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของงูโคดำในประเทศไทย (๑๐)



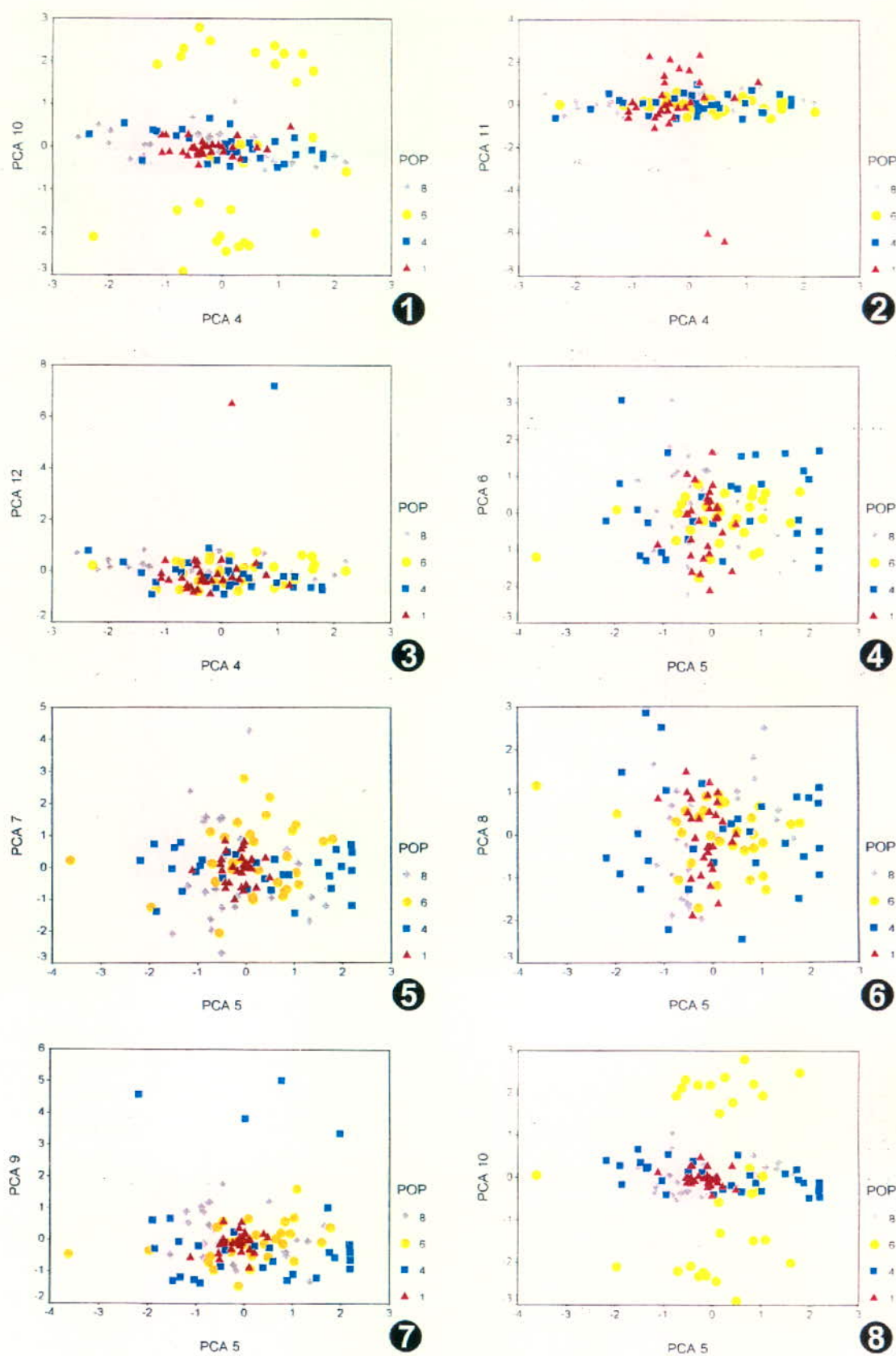
แผนภาพที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



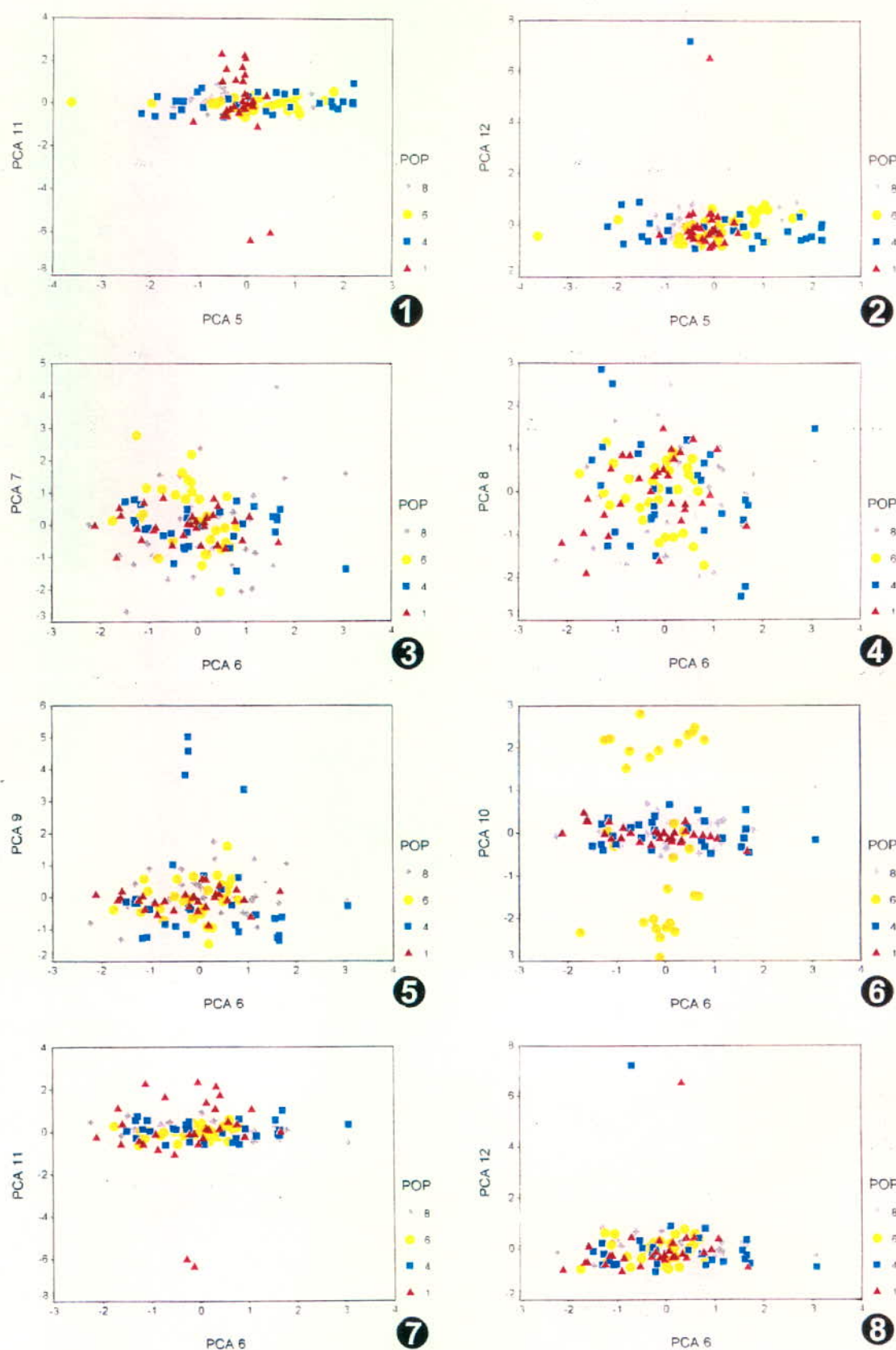
แผนภาพที่ 4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



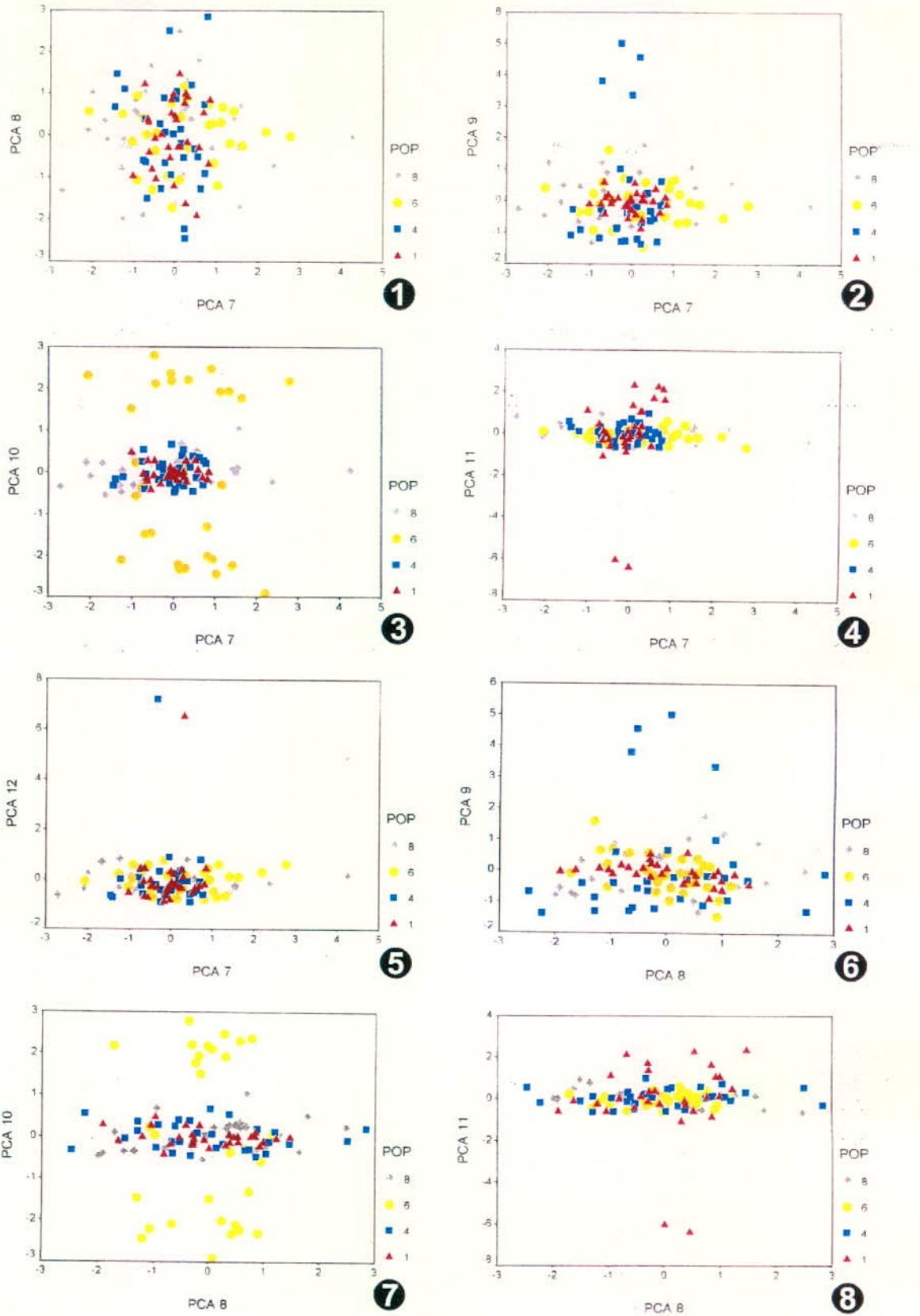
แผนภาพที่ 4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



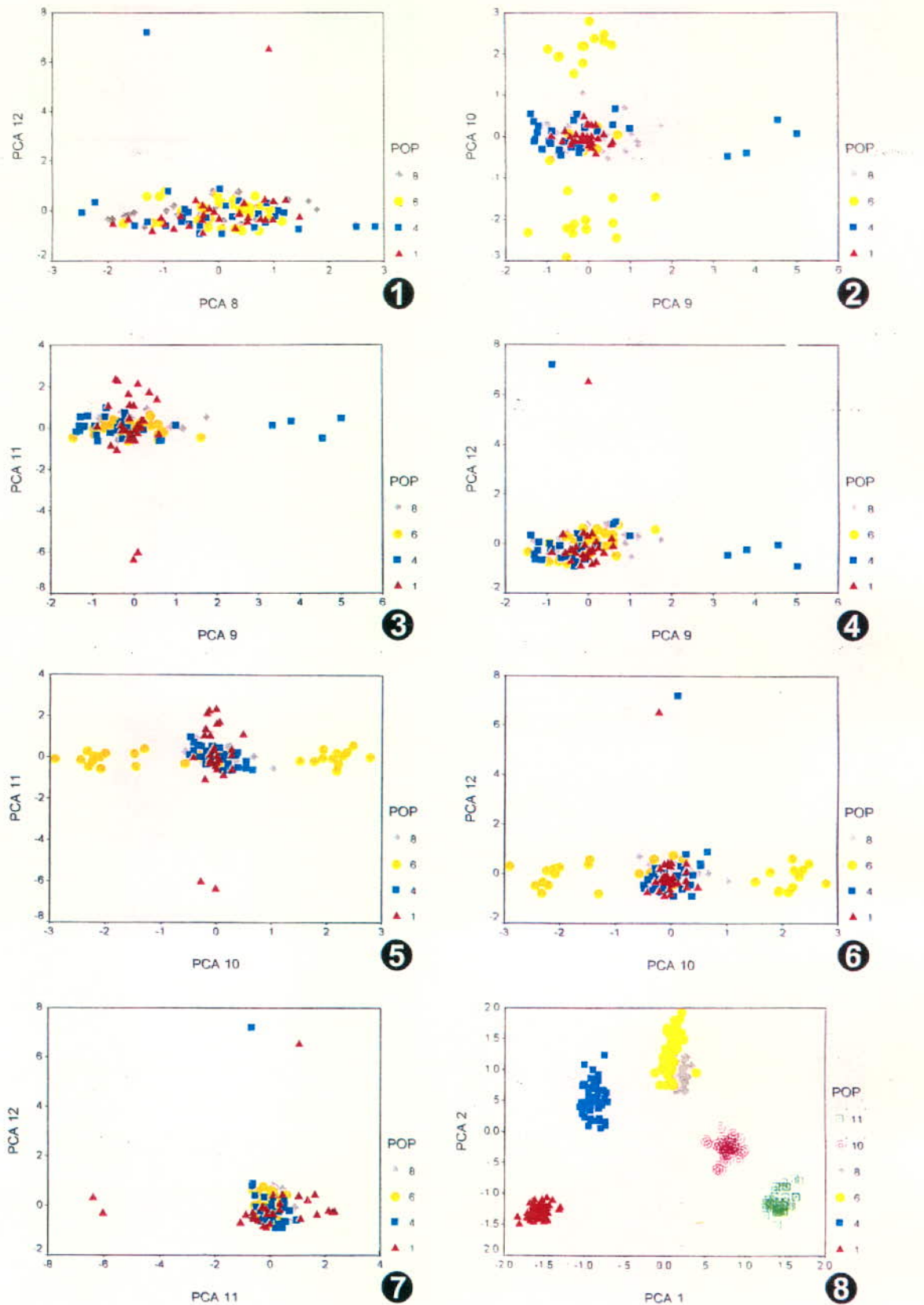
แผนภาพที่ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๑)



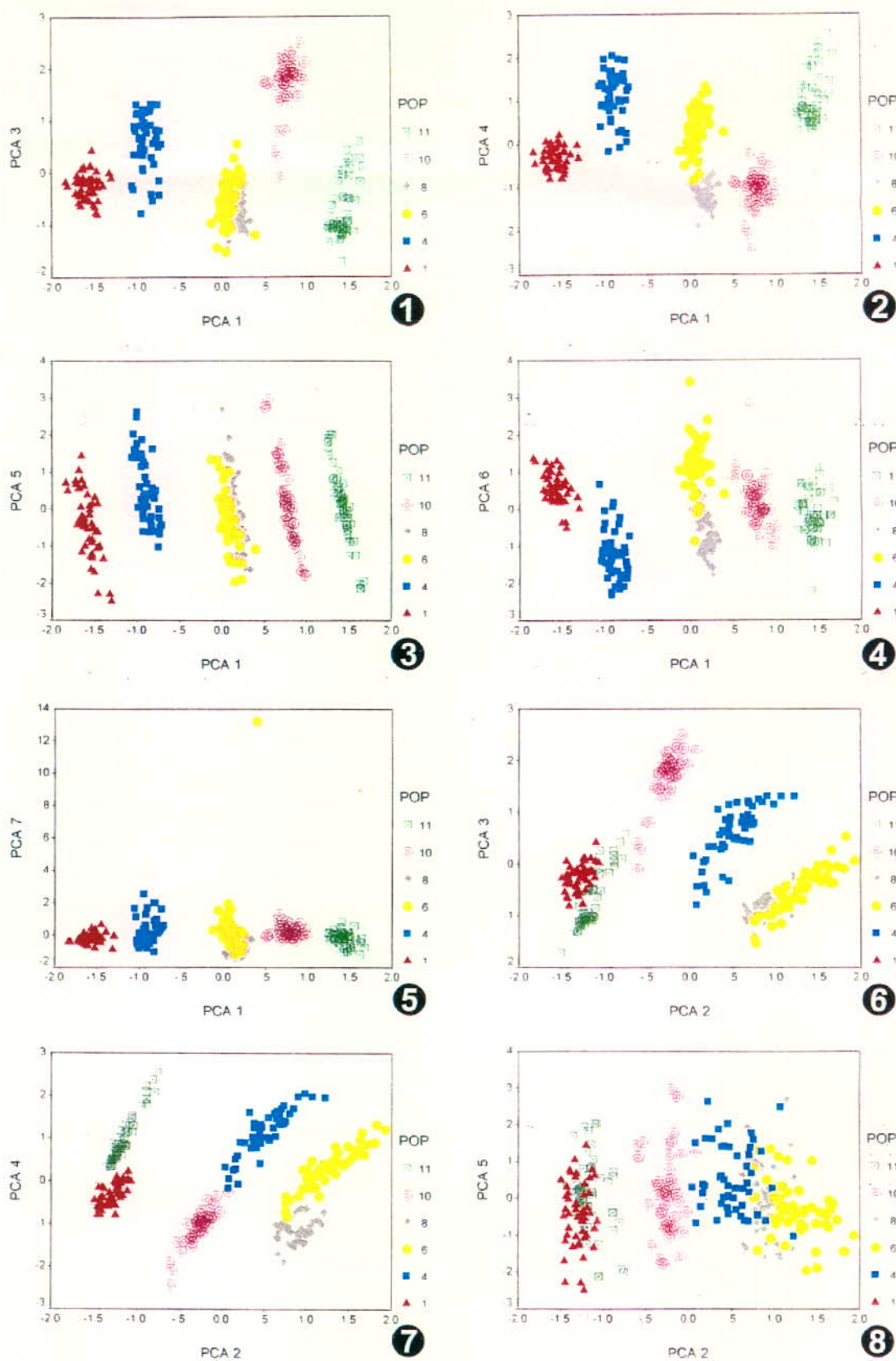
แผนภาพที่ 4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของงูโคดำในประเทศไทย (๑-๘)



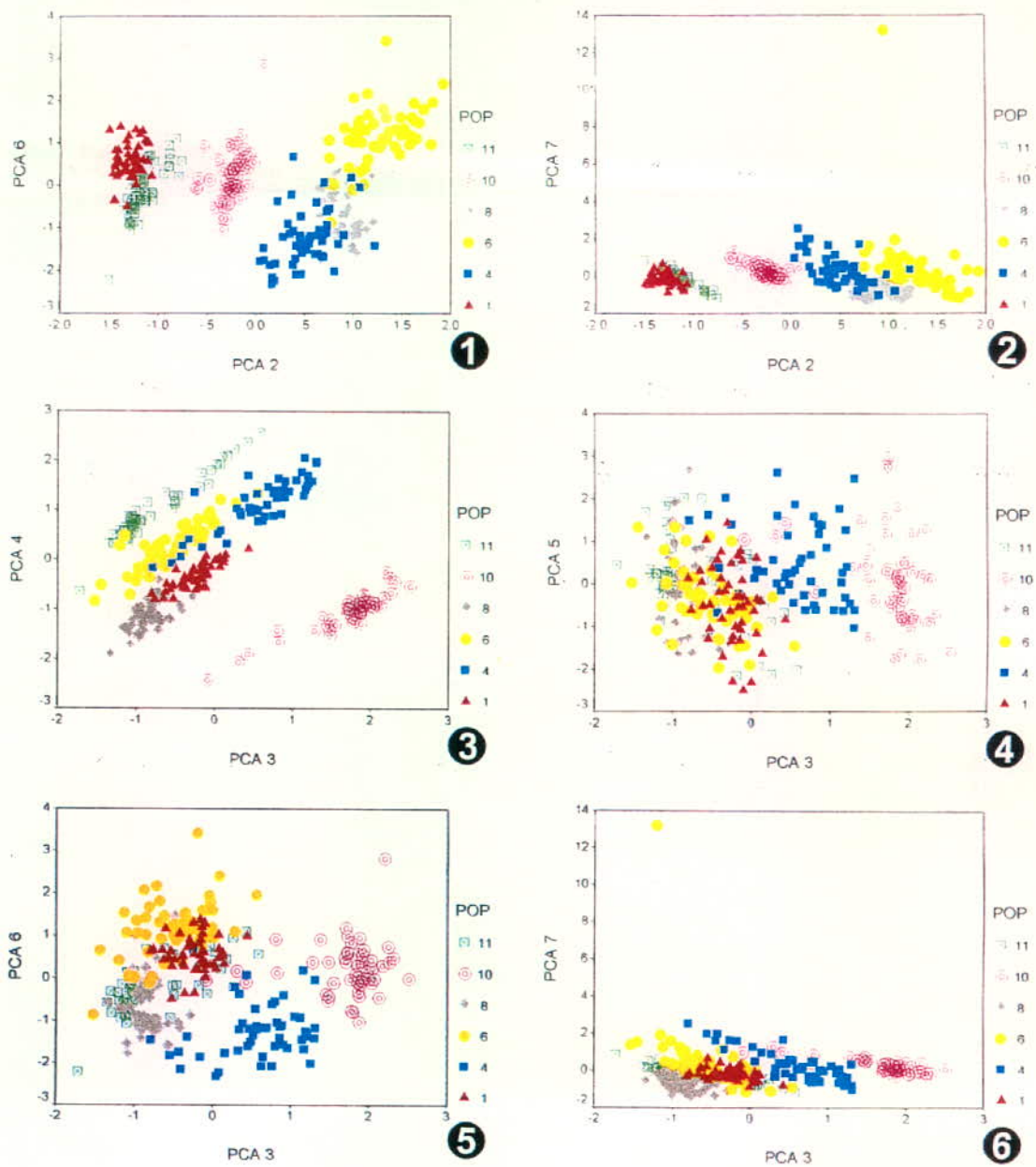
แผนภาพที่ 4.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของงูโคดำในประเทศไทย (๑๑)



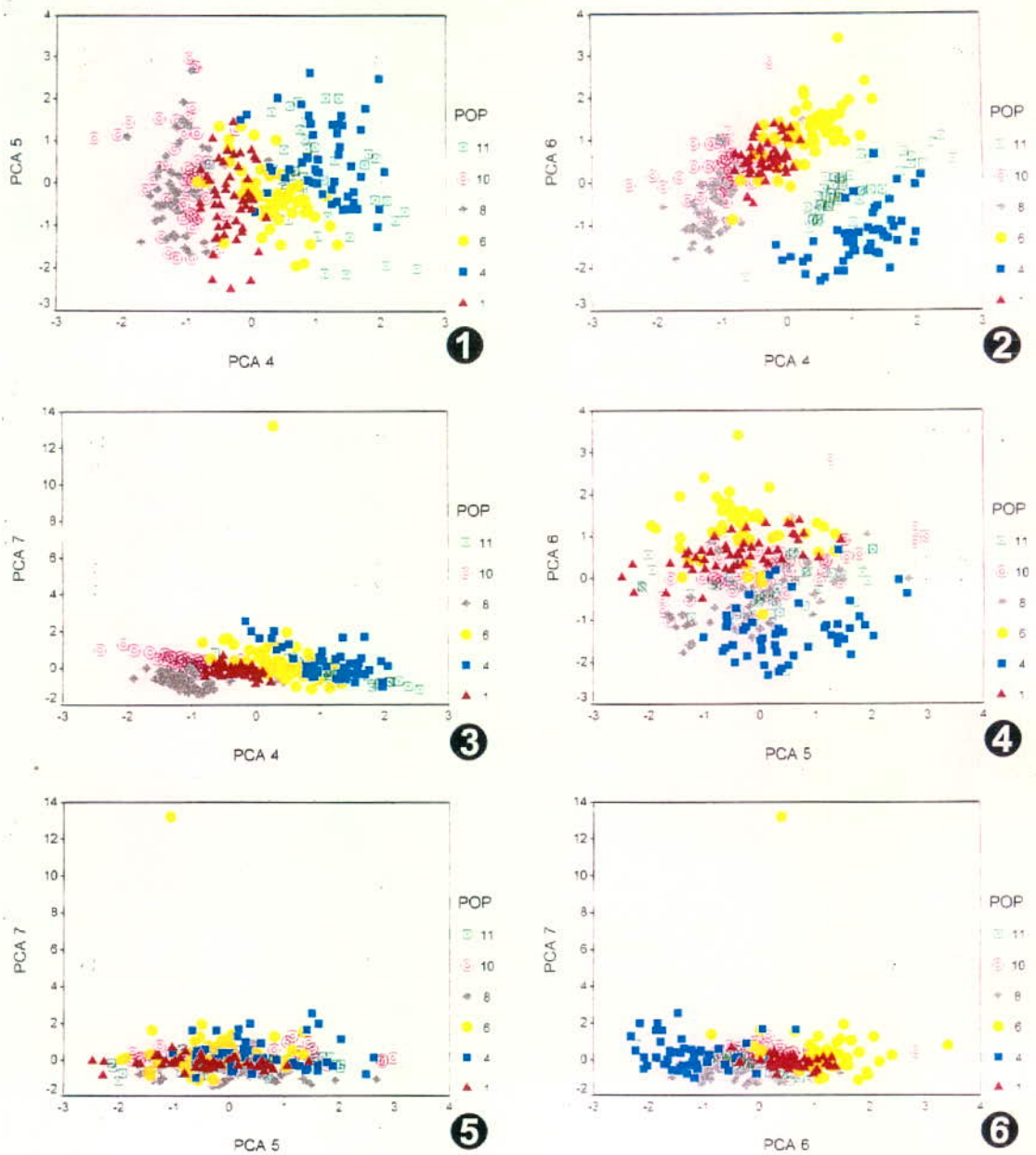
แผนภาพที่ 4.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณูและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย (๑-๗) และลักษณะ ใบ ดอก เรณู ฝัก เมล็ด ของชงโคดำ ชงโคและกาหลง (๘)



แผนภาพที่ 4.37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก เมล็ด ของชงโคดำ ชงโคและกาหลง (๑-๘)

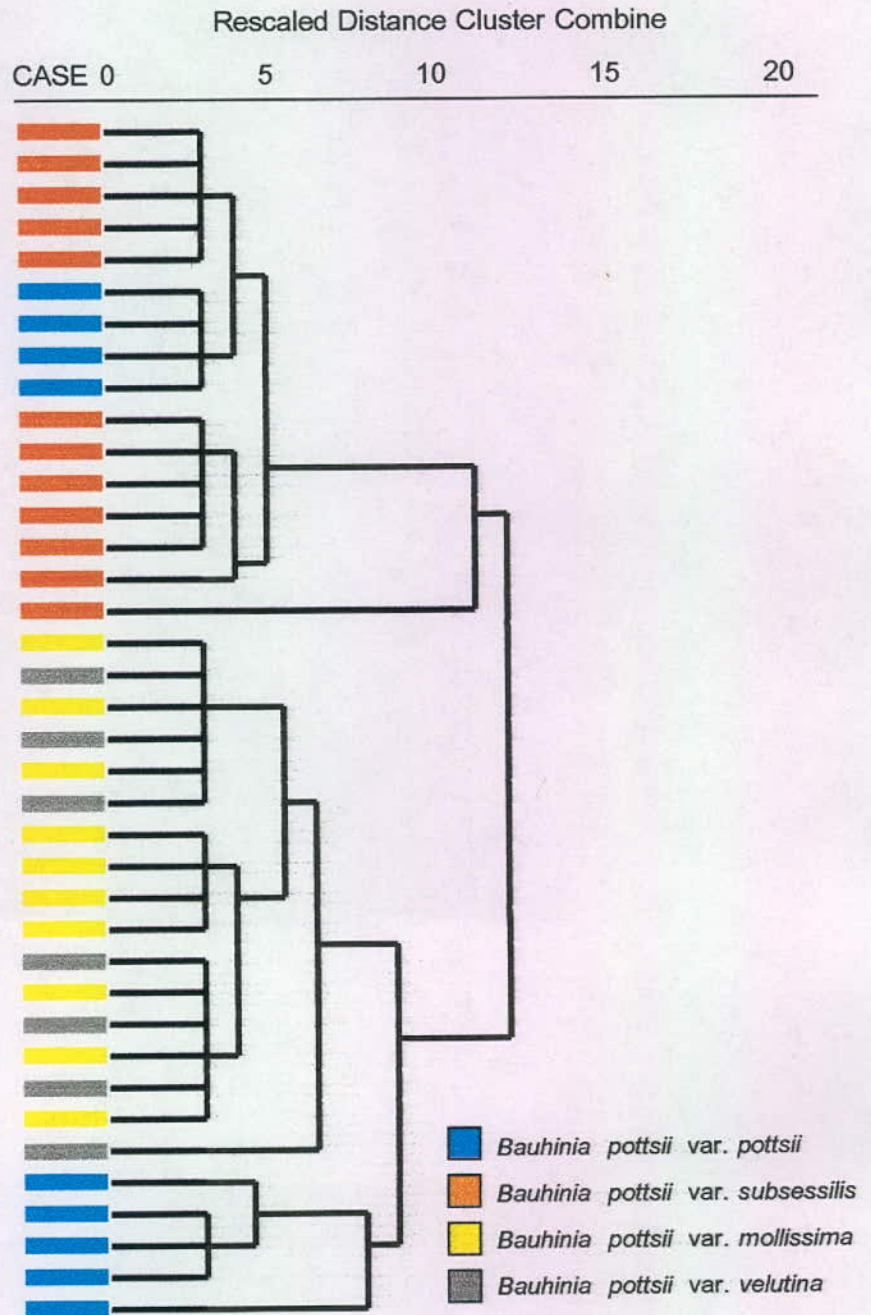


แผนภาพที่ 4.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก เมล็ด ของชงโคดำ ชงโคและกาหลง (๑-๖)

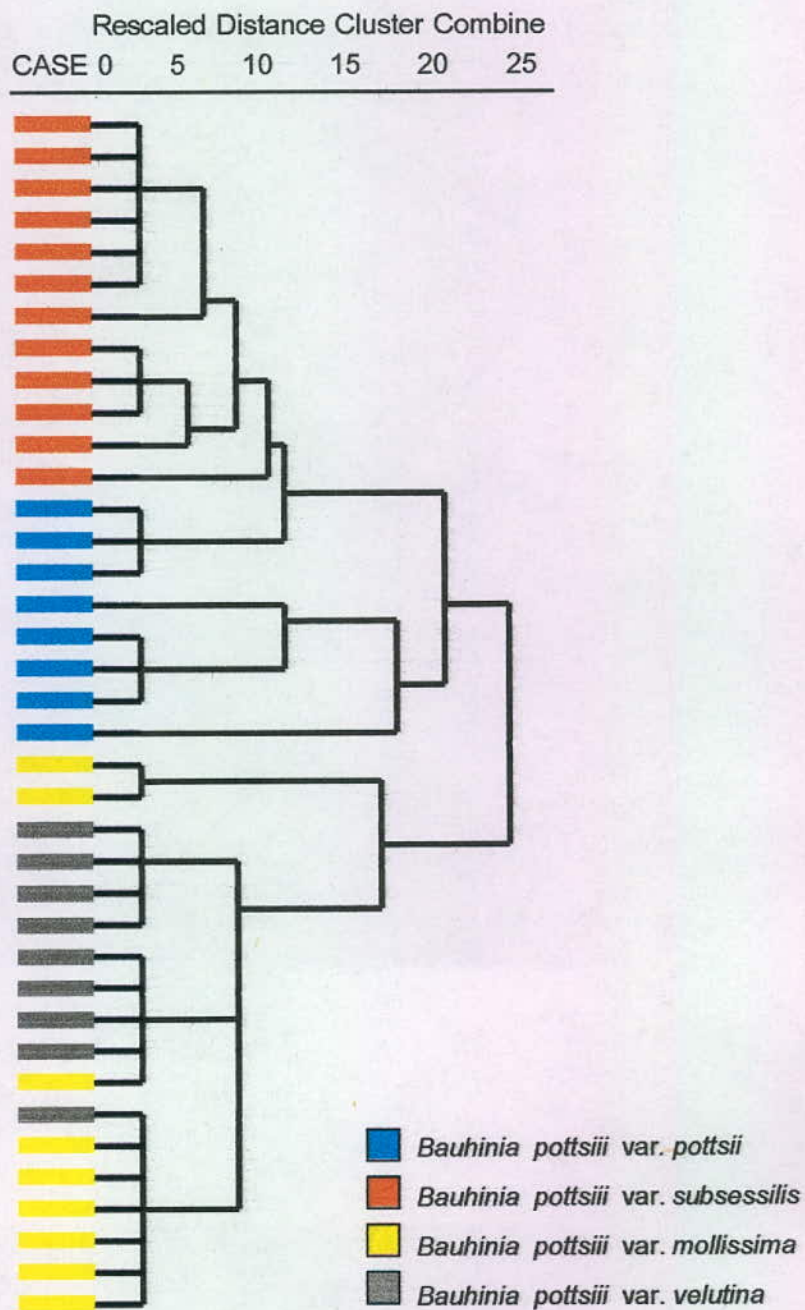


แผนภาพที่ 4.39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัย จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก เมล็ด ของชงโคดำ ชงโคและกาหลง (๑-๑)

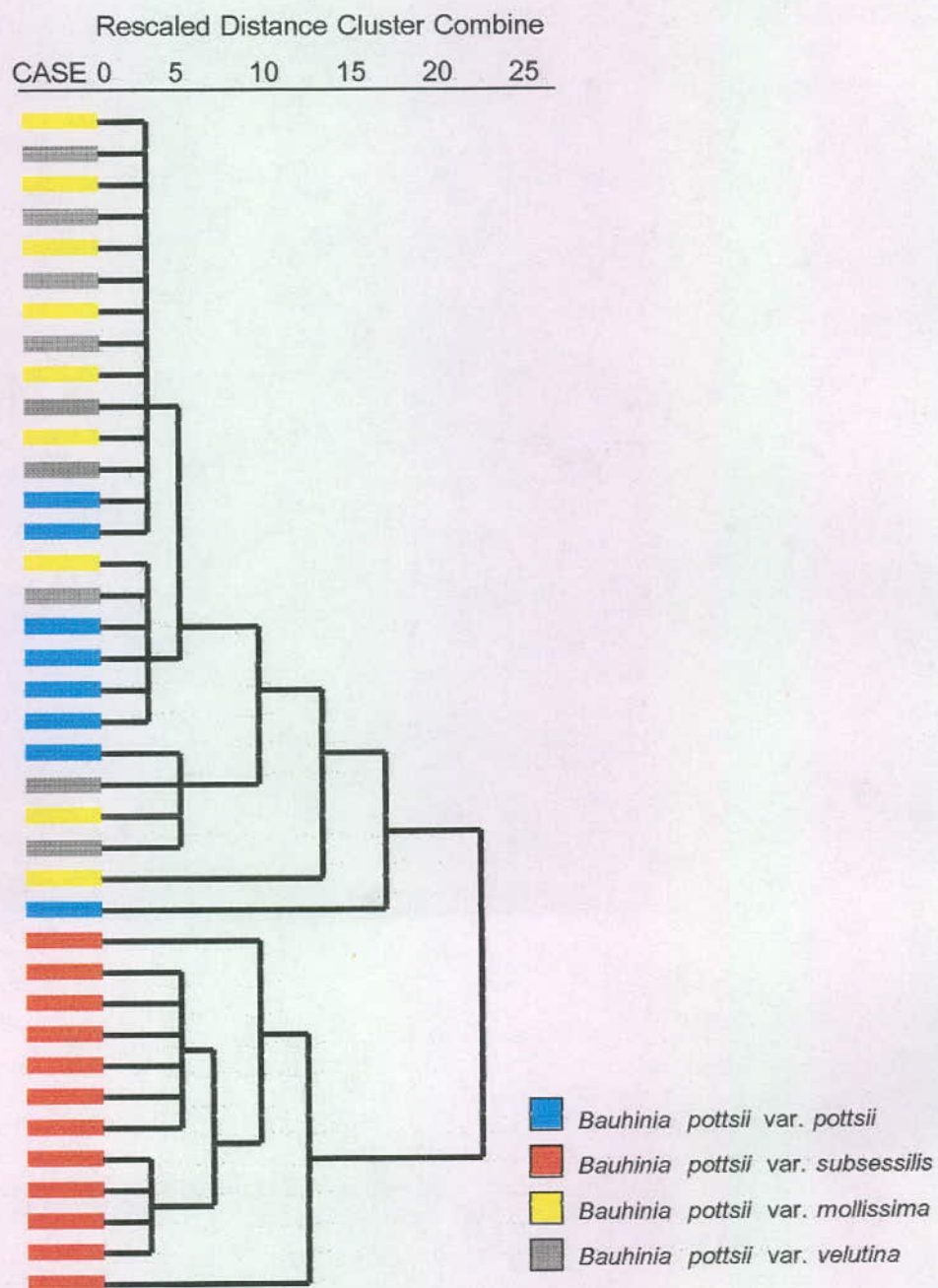
แผนภาพที่ 4.40 เดนโดแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำ
ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



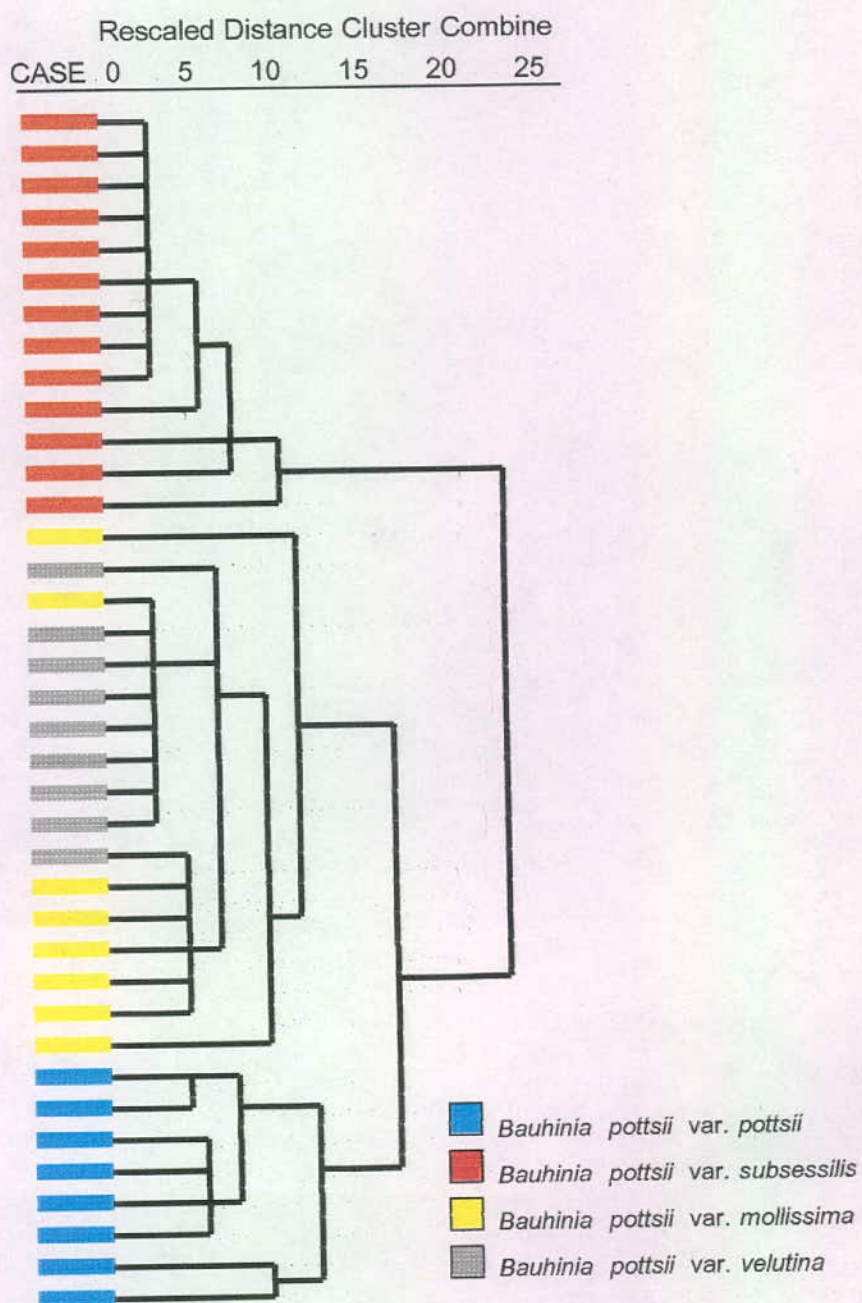
แผนภาพที่ 4.41 เดนโดแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ
ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



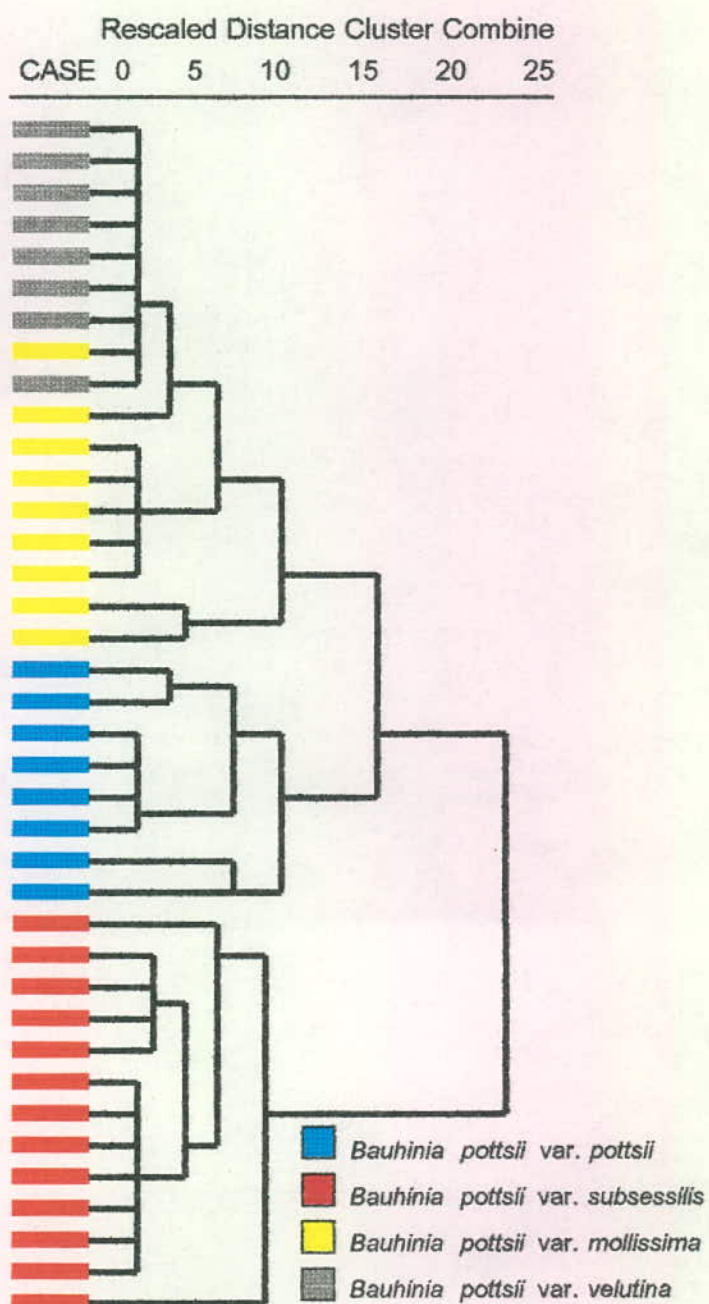
แผนภาพที่ 4.42 덴โตรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ
ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



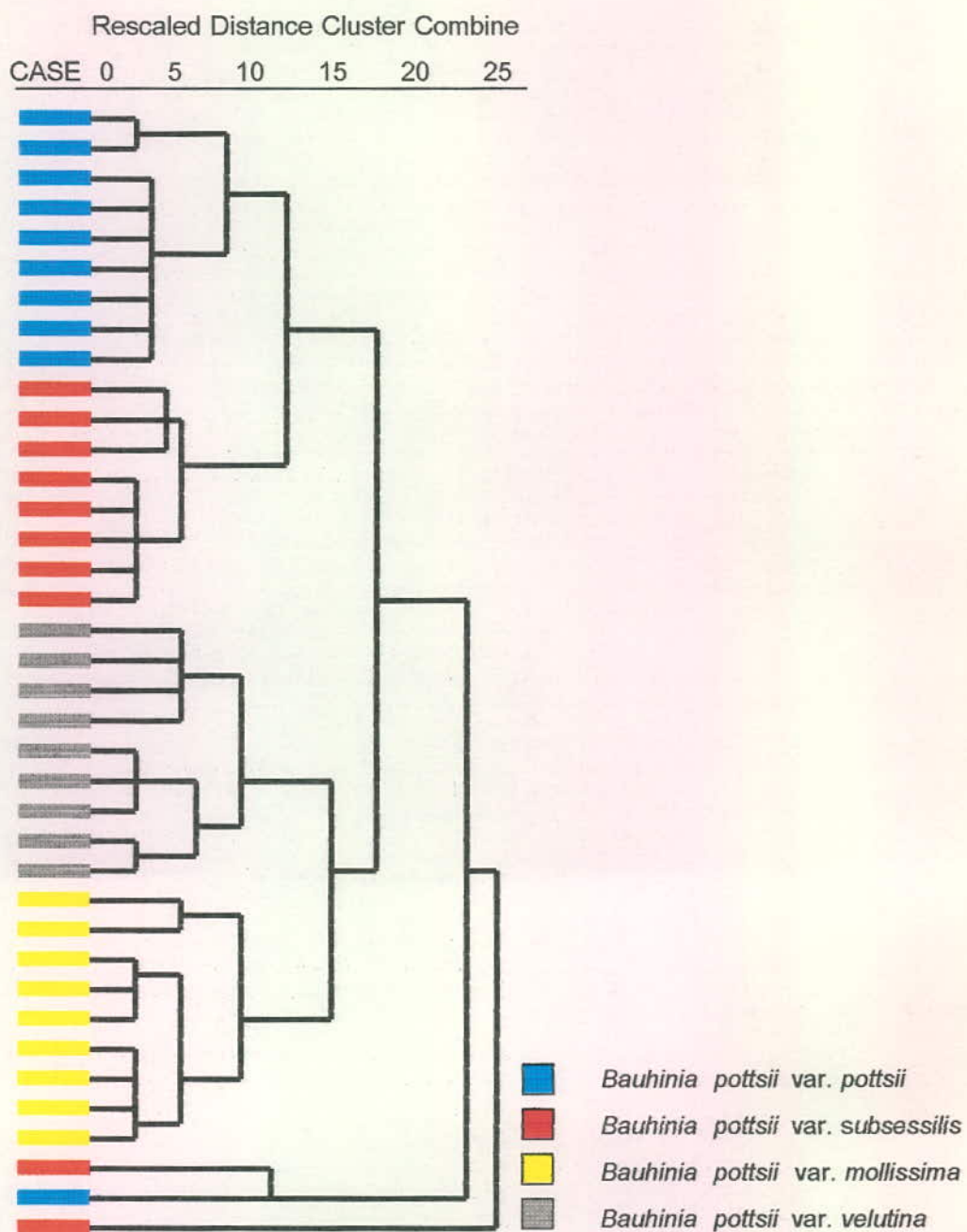
แผนภาพที่ 4.43 เดนไดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



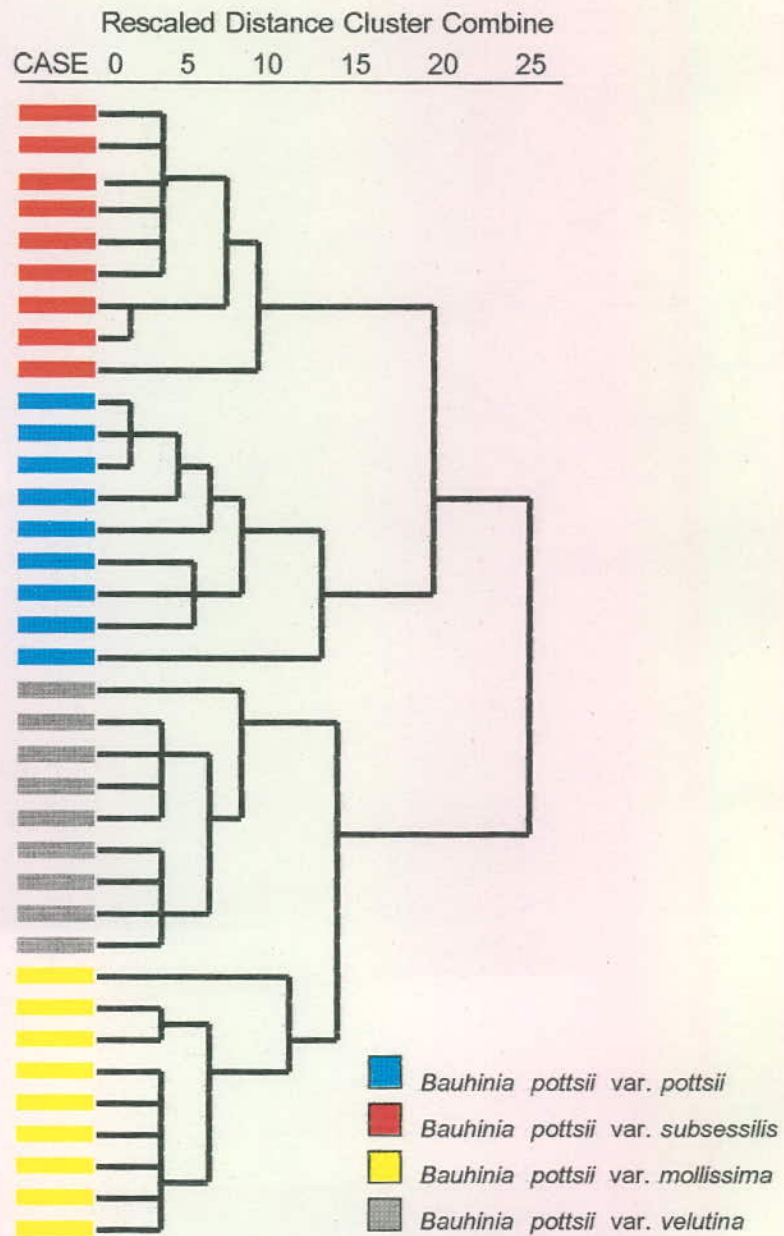
แผนภาพที่ 4.44 เดนไดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู
ชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



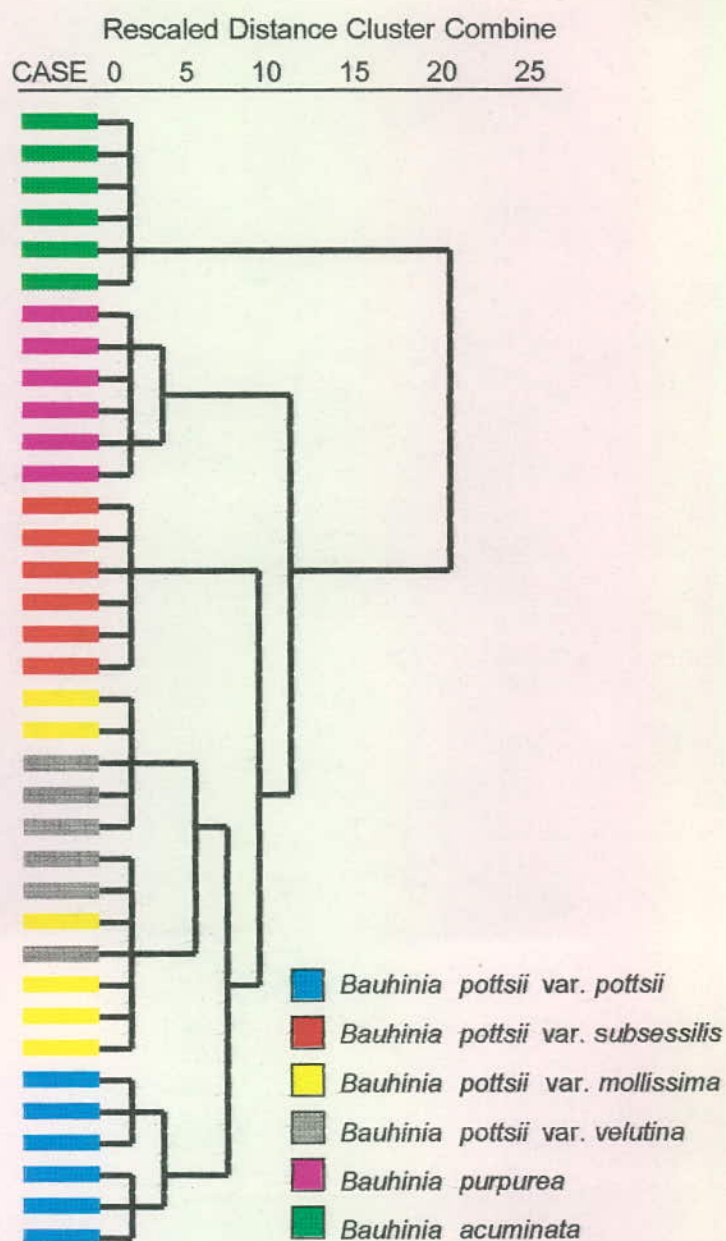
แผนภาพที่ 4.45 เดนไดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบ
ของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

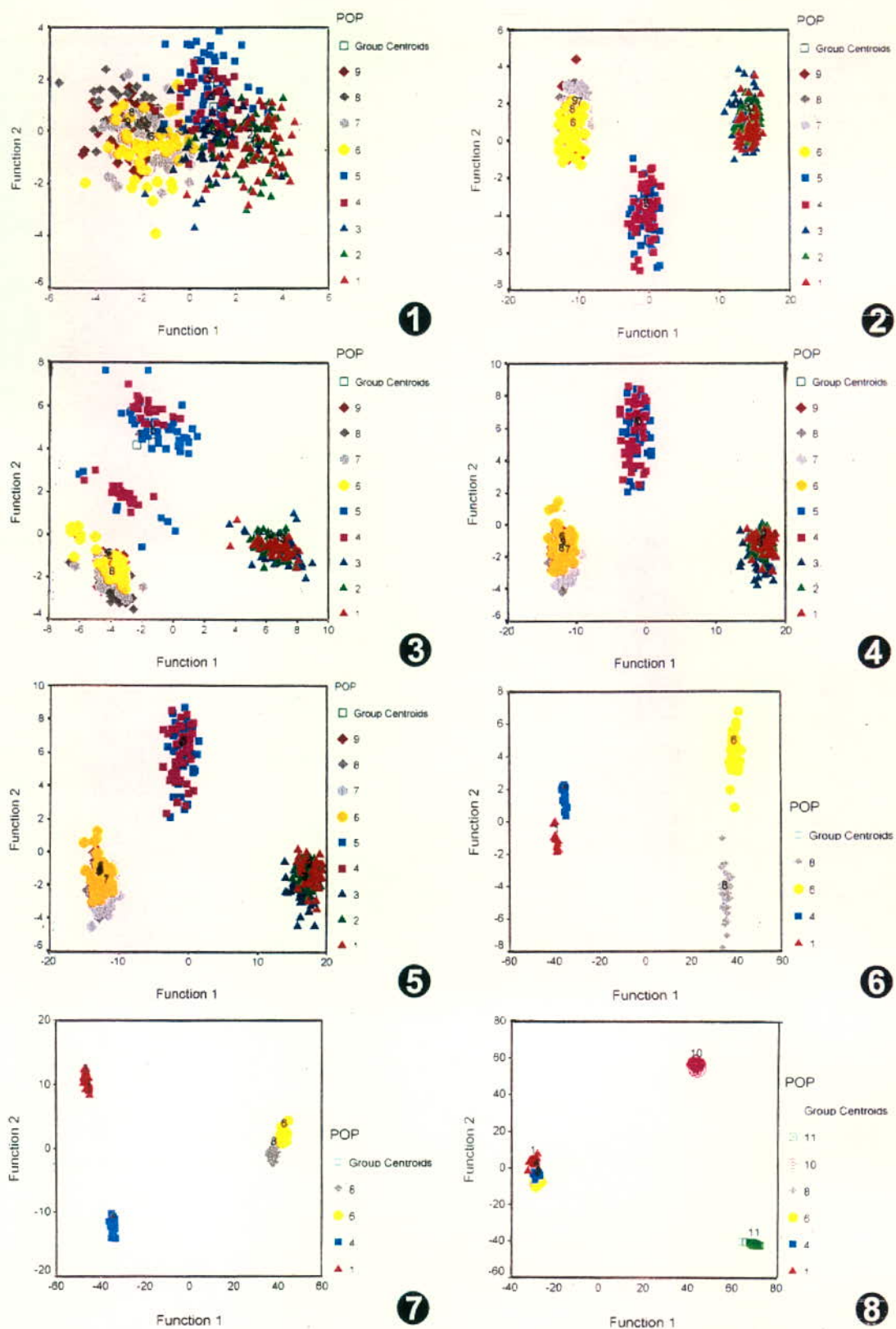


แผนภาพที่ 4.46 เดนโดแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและ
แบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์
จัดกลุ่ม



แผนภาพที่ 4.47 เดนไดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโคดำ ชงโค และกาหลง ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม





แผนภาพที่ 4.48 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรขงโคดำในประเทศไทย

- (① ลักษณะใบ ② ลักษณะดอก ③ ลักษณะเรณู ④ ลักษณะดอกและเรณู
 ⑤ ลักษณะใบ ดอก และเรณู ⑥ ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์
 ⑦ ลักษณะใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์)

และผลการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรขงโคดำ ขงโค และกาหลง
 เมื่อใช้ลักษณะใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด (⑧)

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำ *Bauhinia pottsii* G. Don ในประเทศไทย ซึ่งจัดจำแนกออกเป็น 5 พันธุ์ (variety) คือ *B. pottsii* var. *pottsii* G. Don, *B. pottsii* var. *subsessilis* (Craib) de Wit, *B. pottsii* var. *mollissima* (Wall. ex Prain) K. & S. S. Larsen, *B. pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth) K. & S. S. Larsen และ *B. pottsii* var. *decipiens* (Craib) K. & S. S. Larsen (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) นั้น ในการศึกษาครั้งนี้สำรวจพบชงโคดำเพียง 4 พันธุ์เท่านั้น (ตารางที่ 4.1) กล่าวคือพบว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการกระจายพันธุ์กว้างขวางที่สุด พบทั้งในภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดระยองไปจนถึงจังหวัดตราดและภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดตรัง ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นมีการกระจายพันธุ์จำกัดอยู่เฉพาะภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่จังหวัดระนองลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี (Larsen และ Larsen, 1973) เช่นเดียวกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งพบกระจายพันธุ์เฉพาะในภาคใต้เช่นเดียวกัน โดย *B. pottsii* var. *velutina* มีการกระจายพันธุ์อยู่ในแถบจังหวัดชุมพรและจังหวัดระนองเท่านั้น ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* มีการกระจายพันธุ์กว้างขวางกว่าตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปจนถึงจังหวัดพังงาและจังหวัดตรัง อย่างไรก็ตามพบว่าโดยทั่วไปแล้ว แหล่งที่อยู่ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีสภาพคล้ายๆกันกล่าวคือมักจะพบเจริญอยู่บริเวณชายป่าที่มีความชุ่มชื้นและความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 10-200 เมตร ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นพบเจริญในบริเวณชายป่าทั่วไปที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างน้อยประมาณ 10-80 เมตรเท่านั้น (de Wit, 1956) สำหรับ *B. pottsii* var. *decipiens* ซึ่งมีรายงานว่า เป็นพืชถิ่นเดียวพบที่อำเภอปอไร่ จังหวัดตราดและมีเฉพาะ type specimen นั้น (Craib, 1927 ; Larsen และ Larsen, 1973) จากการสำรวจทั่วทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้ไม่พบชงโคดำพันธุ์นี้เลย จึงทำการศึกษาชงโคดำเพียง 4 พันธุ์เท่านั้น โดยเก็บตัวอย่างประชากรทั้งหมด 9 ประชากรจากแหล่งที่อยู่ต่างๆกัน (ตารางที่ 3.1) มาศึกษาด้าน numerical taxonomy เพื่อตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชชนิดนี้โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก เมล็ด และแบบแผนไอโซไซม์ มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่ม และการวิเคราะห์จัดจำแนก ได้ผลดังนี้

5.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ และดอกของชงโคดำ

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของชงโคดำ พบว่ากิ่งและลำต้นของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ มีรูปร่างลักษณะเหมือนกันกล่าวคือกิ่งอ่อนมีสีเขียวอมน้ำตาล และมีขนสั้นๆสีน้ำตาลแดงปกคลุมเช่นเดียวกัน เพียงแต่กิ่งอ่อนของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มักจะมีขนยาวและปกคลุมหนาแน่นกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะเด่นของกิ่งชงโคดำทุกพันธุ์ก็คือมีช่องอากาศ (lenticel) กระจายอยู่ทั่วทั้งเปลือกเห็นเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะนิสัยของชงโคดำซึ่งจัดว่าเป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อย (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) พบว่าในสภาพธรรมชาติโดยทั่วไป *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มักจะเจริญเป็นไม้พุ่มขนาดกลาง มีความสูงไม่เกิน 6 เมตร (Larsen และ Larsen, 1973) โดยกิ่งก้านจะแตกออกไประเกะระกะ ไม่มีทรงพุ่มที่แน่นอน (แผนภาพที่ 4.1: ๑-๒) ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้น แม้จะไม่มีมือจับแต่มักจะพบว่าสามารถไต่หรือเกาะต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นไปได้สูงมากถึงหลายสิบเมตร (de Wit, 1956) (แผนภาพที่ 4.1: ๓-๔) จึงมีนักพฤกษศาสตร์บางคนจัดให้เป็น large lianas (Larsen และ Larsen, 1973) เมื่อพิจารณาลักษณะใบของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ พบว่ามีความแปรผันทั้งขนาดและรูปร่างลักษณะทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัย แต่อย่างไรก็ตามพบว่าลักษณะร่วมกันประการหนึ่งของชงโคดำก็คือใบอ่อนของชงโคดำทุกพันธุ์จะมีสีแดงเห็นเด่นชัด โดยใบของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีความคล้ายคลึงกันมาก และมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดจากใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันเช่นกันกล่าวคือ ใบของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มักมีรูปร่างค่อนข้างกลม มีจำนวนเส้นใบประมาณ 9 - 14 เส้น และใบบางใบบริเวณปลายกิ่งมักจะมีคิวทินเคลือบด้านบนใบ (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) ทำให้มองเห็นใบเป็นสีขาวนวลเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.1: ๕-๖ หรือแผนภาพที่ 4.3: ๕-๖) ในขณะที่ใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นมีรูปร่างกลมรีคล้ายรูปไข่ มีจำนวนเส้นใบประมาณ 11 - 15 เส้นและไม่พบคิวทินปกคลุมผิวใบเลย (แผนภาพที่ 4.3: ๑-๔) นอกจากนี้ยังพบว่าผิวใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีขนสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมแดงปกคลุมโดยทั่วไปและมักจะพบหนาแน่นมากที่บริเวณเส้นใบ ในขณะที่ผิวใบของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีขนสั้นๆสีขาวสปกคลุม แต่อย่างไรก็ตามพบว่าผิวใบของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์มักพบขนแข็งเอน (strigose) กระจายอยู่ทั่วไป โดยจะพบใน *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* เมื่อพิจารณา

ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกพบว่าช่อดอกของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์เป็นแบบช่อกระจุกเหมือน กัน แต่มีจำนวนดอกย่อยต่อช่อดอกแตกต่างกันอย่างเด่นชัดกล่าวคือ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีขนาดช่อดอกใหญ่ที่สุดเพราะมีจำนวนดอกย่อยมากถึง 23 - 63 ดอกต่อ 1 ช่อดอก รองลงมา คือ *B. pottsii* var. *pottsii* ซึ่งมีจำนวนดอกย่อย 4 - 35 ดอกต่อ 1 ช่อดอก ซึ่งมากกว่าจำนวน ดอกย่อยของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ที่มีเพียง 2 - 7 ดอกและ 3 - 17 ดอกต่อ 1 ช่อดอกตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) นอกจากนี้ยังพบว่า รูปร่างลักษณะ สีสัน และขนบนดอกตูมของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ก็มีความ คล้ายคลึงกันมากกล่าวคือมีรูปร่างคล้ายทรงกระบอก ปลายเรียวแหลม มีขนสั้นๆสีม่วงอมแดง หรือสีน้ำตาลอมแดงและมีขนแข็งเอนสีขาวหรือสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่นเช่นเดียวกัน(แผน ภาพที่ 4.5:❶ และ ❷) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าดอกตูมของ *B. pottsii* var. *pottsii* โดยทั่วไปมัก จะมีขนาดใหญ่และยาวกว่าดอกตูมของ *B. pottsii* var. *subsessilis* (ตารางที่ 4.5) สำหรับดอก ตูมของ *B. pottsii* var. *mollissima* นั้นแม้จะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกปลายเรียวแหลมเช่น เดียวกันแต่ก็มีความแตกต่างจากดอกตูมของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* อย่างเด่นชัด กล่าวคือดอกตูมมีสีเขียวปกคลุมด้วยขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสี ขาวใสหรือสีน้ำตาลหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.5:❸ และแผนภาพที่ 4.6:❶ - ❸) ในขณะที่ Larsen, Larsen และ Vidal (1984) รายงานว่าดอกตูมของ *B. pottsii* var. *mollissima* มีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งน่าจะเกิดจากตัวอย่างถูกเก็บไว้นานเกินไปสีจึงเปลี่ยนไปจากเดิม ส่วนดอกตูมของ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีรูปร่างลักษณะแตกต่างไปจากชงโคดำพันธุ์อื่นอย่างเด่นชัดคือ ดอกตูมมีรูปร่างคล้ายกระบอกและมีสันตามแนวยาวที่บริเวณปลายดอก 5 สันอย่างเด่นชัด (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสีสันและขนที่ปกคลุมดอกตูมของ *B. pottsii* var. *velutina* ก็มีความคล้ายคลึงกับ *B. pottsii* var. *mollissima* กล่าวคือมีทั้งขนสั้น สีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวใสหรือสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.6:❹-❺)

เมื่อพิจารณาลักษณะฐานดอกของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์พบว่ามีลักษณะ เป็นทรงกระบอกและมีความยาวใกล้เคียงกับดอกตูมเช่นเดียวกัน (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) แต่ขนที่ปกคลุมฐานดอกของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มักจะมีสีน้ำตาลอมแดง ในขณะที่ขนปกคลุมฐานดอกของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มีสีขาวใส

กลีบเลี้ยงของชงโคดำทุกพันธุ์แยกออกจากกันเป็น 2-5 ส่วนคล้ายกัน และมีขนแข็งเอนสีขาวใสหรือสีน้ำตาลปกคลุมผิวด้านนอกเช่นเดียวกัน แต่ขนสั้นๆที่ปกคลุมผิวด้านนอกกลีบเลี้ยงของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มักจะมีสีม่วงอมแดงหรือสีน้ำตาลอมแดง ในขณะที่ผิวด้านนอกกลีบเลี้ยงของ *B. pottsii* var. *mollissima*

กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีสีขาวใส สำหรับผิวด้านในกลีบเลี้ยงนั้นพบว่าเซลล์ของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมคล้ายกันและเรียงตัวเป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.7:๑) ในขณะที่ผิวด้านในกลีบเลี้ยงของชงโคดำพันธุ์อื่นๆมีรูปร่างเป็นหลายเหลี่ยมแต่ละเซลล์รูปร่างไม่ค่อยเหมือนกันและเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.7:๑,๑ และ ๑) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าผิวด้านในกลีบเลี้ยงของ *B. pottsii* var. *mollissima* มีความคล้ายคลึงกับ *B. pottsii* var. *velutina* เพราะนอกจากรูปร่างลักษณะและการเรียงตัวของเซลล์จะคล้ายกันแล้วยังมีขนสั้นๆสีขาวใสกระจายอยู่ประปรายเช่นเดียวกัน ในขณะที่ผิวด้านในกลีบเลี้ยงของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นค่อนข้างเรียบไม่พบขนปกคลุมอยู่เลย

กลีบดอกของชงโคดำมีรูปร่างแตกต่างกัน 2 แบบคือ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีกลีบดอกรูปใบหอก (lanceolate) และมีก้านกลีบดอกสั้นกว่ากลีบดอกมาก (แผนภาพที่ 4.5:๑ และ ๑ และตารางที่ 4.5) ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีกลีบดอกรูปช้อน (spathulate) และมีก้านกลีบดอกยาวเท่ากันหรือมากกว่ากลีบดอก (แผนภาพที่ 4.5:๑ และ ๑ และตารางที่ 4.5) แต่เมื่อพิจารณาถึงสีของกลีบดอกกลับพบว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* มีสีส้มแตกต่างจากชงโคดำพันธุ์อื่น กล่าวคือกลีบดอกมีสีขาวทุกกลีบ โดยกลีบที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดนั้นมีแต้มสีเหลืองตรงกลาง ในขณะที่ชงโคดำพันธุ์อื่นๆ คือ *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีกลีบดอกสีแดง ขอบสีขาวหรือเหลืองอมขาว กลีบดอกที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดมีแต้มสีเหลืองตรงกลาง (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984 ; de Wit, 1956) อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาลักษณะผิวของกลีบดอกชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 5,000 เท่าและ 7,500 เท่าก็พบว่าผิวกลีบดอกของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะเป็นรอยย่นเป็นสันหรือร่องไม่เด่นชัดและไม่เป็นระเบียบ (แผนภาพที่ 4.8:๑-๑) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับชงโคดำพันธุ์อื่นคือผิวกลีบดอกของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *mollissima* มีลักษณะเป็นสันนูนขนาดเล็กเด่นชัดเรียงตัวขนานกันค่อนข้างเป็นระเบียบ ในขณะที่สันบนผิวกลีบดอกของ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีลักษณะคดงอไปมาคล้ายกับสมอง (แผนภาพที่ 4.8:๑ - ๑ และ ๑-๑)

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์มี 3 อัน ประกอบด้วยอับเรณูซึ่งแตกตามแนวยาวและติดกับก้านชูอับเรณูแบบ versatile เช่นเดียวกันแต่ตำแหน่งที่ติดแตกต่างกันกล่าวคือตำแหน่งที่ก้านชูอับเรณูติดกับอับเรณูทำให้อัตราส่วนของความยาวอับเรณูส่วนที่มีร่องด้านหลังต่อความยาวอับเรณูส่วนที่ไม่มีร่องด้านหลังของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* เท่ากับ 1.00 - 1.20 และ 1.59 - 1.81 ตามลำดับ ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีค่าใกล้เคียงกันมากคือ 0.70 - 0.88

4.10:⑦ และ ⑩) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ายอดเกสรเพศเมียของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ มีลักษณะเป็นตุ่มขนาดเล็กๆจำนวนมาก เช่นเดียวกันแต่ตุ่มบนยอดเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *mollissima* มีลักษณะเรียวยาวกว่าชงโคดำพันธุ์อื่นๆ (แผนภาพที่ 4.10 :⑦,⑧,⑨ และ ⑩) สำหรับก้านเกสรเพศเมีย รังไข่ ก้านชูเกสรเพศเมียและอวุลของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีลักษณะเหมือนกัน (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) กล่าวคือก้านเกสรเพศเมีย รังไข่ และก้านชูเกสรเพศเมียมีสีเขียวมีขนสั้นๆสีขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป อวุลมีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบมัน จำนวน 3 - 6 อวุลติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ (แผนภาพที่ 4.10 : ⑧-⑩ และ ⑪-⑫) เมื่อศึกษาขนบนรังไข่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 100 เท่า และ 1,000 เท่า ก็พบว่าขนแต่ละเส้นมีผิวค่อนข้างเรียบและมีตุ่มขนาดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไปใน *B. pottsii* var. *velutina* แต่พบน้อยมากใน *B. pottsii* var. *mollissima* (แผนภาพที่ 4.11:③ - ⑤) สำหรับก้านเกสรเพศเมีย รังไข่ และก้านชูเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นมีลักษณะหลายอย่างคล้ายกันและมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับก้านเกสรเพศเมีย รังไข่ และก้านชูเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* กล่าวคือก้านเกสรเพศเมียมีสีแดงอมม่วง มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไปคล้ายกัน ส่วนก้านชูเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *subsessilis* จะมีสีแดงอมม่วงเข้ม ในขณะที่ก้านชูเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีสีเขียวอ่อน แต่ต่างก็มีขนปกคลุมคล้ายกัน สำหรับรังไข่นั้นแม้จะมีขนแข็งเอนปกคลุมหนาแน่นเหมือนกันแต่รังไข่ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นยังมีขนสีม่วงแดงค่อนข้างยาวและนุ่มปกคลุมหนาแน่น (แผนภาพที่ 4.10:⑥) ในขณะที่รังไข่ของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีขนสีม่วงแดงสั้นๆและนุ่มปกคลุมอย่างหนาแน่นเช่นกัน(แผนภาพที่4.10:⑦) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าขนแข็งเอน (strigose) นั้นเป็นลักษณะที่พบทั่วไปในชงโคดำทุกพันธุ์ ไม่ได้พบเฉพาะใน *B. pottsii* var. *subsessilis* ตามที่ Larsen, Larsen และ Vidal, 1984 รายงาน ส่วนอวุลของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นพบว่ามีลักษณะคล้ายกับชงโคดำพันธุ์อื่นๆที่กล่าวมาแล้วคือมีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบมันและติดกับผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บเช่นเดียวกัน แต่จะมีจำนวนอวุลแตกต่างกันบ้าง กล่าวคือ *B. pottsii* var. *pottsii* พบอวุลประมาณ 3 - 6 อวุลต่อ 1 รังไข่ ในขณะที่ *B. pottsii* var. *subsessilis* พบอวุลประมาณ 4 - 8 อวุลต่อ 1 รังไข่ (แผนภาพที่ 4.10:⑧,⑨) เมื่อศึกษาลักษณะขนบนรังไข่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 100 เท่า และ 500 เท่า พบว่าขนแต่ละเส้นของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีตุ่มขนาดเล็กๆจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไปแตกต่างอย่างเด่นชัดจากชงโคดำพันธุ์อื่นๆซึ่งแม้จะมีตุ่มขนเช่นเดียวกันแต่มีปริมาณน้อยกว่ามากอย่างเห็นได้ชัด (แผนภาพที่ 4.11 :① - ③)

ฝักของชงโคดำทุกพันธุ์มีลักษณะแบนส่วนโคนฝักแคบแล้วค่อยๆ กว้างออกตรงกลาง ส่วนปลายเรียวแหลมเป็นจะงอย เมื่อฝักยังอ่อนมีสีเขียวและเมื่อแก่เต็มที่ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแตกออกตามแนวยาวติดเมล็ดไปได้ไกลๆ ความแตกต่างของฝักของชโคดำแต่ละพันธุ์ที่เด่นชัดก็คือฝักของ ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันนั้นมีสันหนาดตามแนวยาวของฝักเห็นเด่นชัด ในขณะที่ฝักของ *B. pottsii* var. *subsessilis* กับ *B. pottsii* var. *pottsii* ไม่มีสันหนาดตามแนวยาว (แผนภาพที่ 4.12 : ①, ④, ⑦ และ ⑩) นอกจากนี้ยังพบว่าฝักของชงโคดำแต่ละพันธุ์แตกต่างกันอีกด้วย โดย *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการติดฝักมากที่สุดเกือบทุกๆ ช่อดอก ดังนั้นจึงอาจพบฝักของ *B. pottsii* var. *subsessilis* ถึง 10 - 20 ฝักต่อต้น ซึ่งส่งผลให้ชงโคดำพันธุ์นี้มีการกระจายพันธุ์ได้กว้างขวางกว่าชงโคดำพันธุ์อื่น ส่วน *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีการติดฝักค่อนข้างน้อย ในแต่ละต้นอาจพบฝักเพียง 3 - 5 ฝักเท่านั้น ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นแทบจะไม่พบฝักเลย ตลอดช่วงเวลาของการสำรวจนาน 3 ปี สามารถเก็บฝักของชงโคดำพันธุ์นี้จากทุกประชากรในประเทศไทยเพียง 2 ฝักเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Backer ที่ไม่เคยพบฝักชงโคดำพันธุ์นี้ในชวาเลยเช่นกัน (อ้างถึงใน de Wit, 1956) จากการศึกษาพบว่าฝักของ *B. pottsii* var. *pottsii* ไม่มีสันตามแนวยาวซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Larsen, Larsen และ Vidal ที่พบว่าฝักของชงโคดำพันธุ์นี้มีสันหนาดตามแนวยาวด้านบนฝัก (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) ทั้งนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดของการเก็บตัวอย่างในอดีตก็เป็นได้ สำหรับเมล็ดของชงโคดำนั้นพบว่ามีการรูปร่างลักษณะคล้ายกันทั้ง 4 พันธุ์ (แผนภาพที่ 4.12: ②, ⑤, ⑧ และ ⑪) แต่เมื่อนำมาศึกษาลักษณะผิวเมล็ดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ก็พบว่าผิวเมล็ดของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีรูพรุนขนาดประมาณ 2-6 ไมครอน คล้ายกับผิวเมล็ดของ *B. pottsii* var. *subsessilis* ในขณะที่ผิวเมล็ดของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ก็มีรูพรุนเช่นกันแต่มีขนาดเล็กคือประมาณ 2 - 4 ไมครอน (แผนภาพที่ 4.12 : ③, ⑥, ⑨ และ ⑫)

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาออกดอกพบว่าชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ออกดอกในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน โดย *B. pottsii* var. *subsessilis* จะออกดอกก่อนตั้งแต่เดือนกันยายน (de Wit, 1956) ในขณะที่ชงโคดำพันธุ์อื่นๆ จะออกดอกช้ากว่าคือเริ่มออกดอกประมาณเดือนตุลาคมหรือพฤศจิกายนจนถึงเดือนเมษายน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าช่วงเวลาติดฝักของชงโคดำทุกพันธุ์ก็อยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือเดือนมกราคมถึงเมษายน แม้ว่าชงโคดำจะมีทรงพุ่มที่ระเกะระกะแต่ก็มีดอกที่สวยงามสะดุดตา จึงมีการนำชงโคดำมาตกแต่งเป็นไม้ประดับในสวน (de Wit, 1956) แต่ก็ไม่นิยมนักเพราะมีกลิ่นไม่ค่อยหอมและกลีบดอกร่วงง่าย นอกจากนี้ยังพบว่ามีผู้นำเปลือกของชงโคดำมาใช้เป็นเชือกสำหรับผูกมัดสิ่งของอีกด้วย (de Wit, 1956)

เมื่อพิจารณาถึงการกระจายพันธุ์พบว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้ของไทยและยังพบในแถบประเทศกัมพูชา รวมทั้งประเทศมาเลเซียอีกด้วย (de Wit, 1956 ; Larsen และ Larsen, 1973) ส่วน *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นแม้จะมีการกระจายพันธุ์จำกัดเฉพาะภาคใต้ของไทย แต่ก็มี การกระจายพันธุ์กว้างขวางในต่างประเทศเช่นกัน กล่าวคือพบตั้งแต่ทางตอนใต้ของประเทศ พม่าลงมาถึงมาเลเซีย (Larsen และ Larsen, 1973) รวมทั้งเกาะสุมาตรา เกาะบอร์เนียว และเกาะชวาอีกด้วย (de Wit, 1956) สำหรับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีการกระจายพันธุ์ค่อนข้างจำกัด พบเฉพาะในภาคใต้ของประเทศไทย มาเลเซีย และพม่า เท่านั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984)

จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งหมดของกิ่ง ใบ และ ดอกชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์แล้ว *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะหลายประการที่แตกต่างจาก ชงโคดำพันธุ์อื่นๆ อย่างเด่นชัด ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ก็มีลักษณะต่างๆ หลายประการคล้ายกันมากแสดงถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ ใกล้เคียงกันของชงโคดำสองพันธุ์นี้ ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นมีลักษณะหลาย ประการที่คล้ายกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* จึงเป็นเสมือนตัวบ่งชี้ถึงความแปรผันของการแสดงออกของลักษณะทางพันธุ กรรมซึ่งบอกให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของชงโคดำแต่ละพันธุ์ได้ดังนั้นเมื่อพิจารณาจาก ลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ และดอก น่าจะสามารถจัดจำแนกชงโคดำในประเทศไทยออกเป็น 3 พันธุ์ ดังนี้

รูปวิธานจำแนกพันธุ์ชงโคดำในประเทศไทย โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา

- 1 กลีบดอกสีขาว.....var. *subsessilis*
- 1' กลีบดอกสีแดง ขอบสีขาว..... 2
- 2 กลีบดอกรูปใบหอก ก้านกลีบดอกสั้นกว่ากลีบดอก
ยอดเกสรเพศเมียเด่นชัด ดอกตูมคล้ายทรงกระบอกปลายเรียวแหลม
ฝักไม่มีสัน..... var. *pottsii*
- 2' กลีบดอกรูปช้อน ก้านกลีบดอกยาวหรือเท่ากับกลีบดอก
ยอดเกสรเพศเมียไม่เด่นชัด ดอกตูมคล้ายทรงกระบอกปลายเรียวแหลม
หรือคล้ายกระบอกปลายมีสัน 5 สัน ฝักมีสันเด่นชัด..... var. *velutina*
(var. *mollissima*)

5.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ 4 พันธุ์ ซึ่งเก็บรวบรวมจากภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย (ตารางที่ 3.1) รวมทั้งสิ้น 450 ตัวอย่าง พบว่าเรณูของชงโคดำทุกพันธุ์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย 4 เรณู เกาะเรียงตัวเป็นรูปพีระมิด (tetrahedral tetrad) ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบในพืชสกุล *Bauhinia* เพียง 2 ชนิดเท่านั้นคือ *B. pottsii* และ *B. phoenicea* (Schmitz, 1973) จากพืชสกุล *Bauhinia* ซึ่งมีมากกว่า 200 ชนิดทั่วโลก (Larsen และ Larsen, 1974; Ferguson และ Banks, 1994)

อย่างไรก็ตามพบว่าเรณูของชงโคดำแต่ละพันธุ์มีความแปรผันทั้งรูปร่าง ลักษณะ ขนาดและความยาวของช่องเปิดอย่างเด่นชัด (Ferguson และ Banks, 1994) กล่าวคือเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีรูปร่างกลมแป้น ซึ่งแตกต่างอย่างเด่นชัดกับเรณูของชงโคดำพันธุ์อื่นๆคือเรณูของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีรูปร่างค่อนข้างกลมรีหรือคล้ายรูปไข่ ในขณะที่เรณูของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ต่างก็มีรูปร่างคล้ายไข่ ซึ่งมีส่วนปลายค่อนข้างรีเช่นเดียวกัน (แผนภาพที่ 4.13 : ❶, ❷, ❸ และ ❹)

นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวของเรณูในแนว polar axis ของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีค่าน้อยกว่าความกว้างเรณูในแนว equatorial axis ทำให้อัตราส่วน P/E มีค่าเพียง 0.60 - 0.95 ในขณะที่เรณูของชงโคดำพันธุ์อื่นๆมีความยาวเรณูในแนว polar axis มากกว่าความกว้างเรณูในแนว equatorial axis โดยพบว่าอัตราส่วน P/E ของ *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีค่าใกล้เคียงกันมากคือเท่ากับ 0.86 - 1.25, 0.85 - 1.20 และ 0.80 - 1.20 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะช่องเปิดเรณูของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ พบว่าชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์มีขั้วแบบ isopolar และมีช่องเปิดแบบ 3 - colporate เรียงอยู่ในแนวศูนย์สูตรเช่นเดียวกัน (Larsen, 1975) เพียงแต่ช่องเปิดเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* สั้นมากประมาณ $1/5 - 1/3$ ของความยาวเรณูแนว polar axis เท่านั้น จึงทำให้มีพื้นที่บริเวณขั้วขนาดเล็กใหญ่มาก (Ferguson และ Banks, 1994) ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* มีช่องเปิดค่อนข้างยาวประมาณ $1/3 - 1/2$ ของความยาวเรณูแนว polar axis ทำให้พื้นที่บริเวณขั้วมีขนาดปานกลาง ส่วน *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีช่องเปิดยาวมากประมาณ $3/4 - 4/5$ ของความยาวเรณูแนว polar axis ดังนั้นพื้นที่บริเวณขั้วของชงโคดำ 2 พันธุ์นี้จึงมีขนาดเล็กที่สุด

นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณฐานของเรณูแต่ละเรณูที่เชื่อมติดกันนั้นมีลักษณะเป็นตุ่มนูนขนาดใหญ่เด่นชัดจำนวน 2 ตุ่ม ใน *B. pottsii* var. *pottsii* และอาจพบมากถึง 2 - 4 ตุ่มใน *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* แต่ไม่พบใน *B. pottsii* var. *subsessilis* เลย (Ferguson และ Banks, 1994)

สำหรับลวดลายผิวของเรณูชงโคดำนั้นพบว่ามีลักษณะเป็นรูแบบ perforate เหมือนกันทั้ง 4 พันธุ์ (Guinet และ Ferguson, 1989) และมี granule ขนาดเล็กลงจำนวนมากกระจายทั่วไปบริเวณผิวและช่องเปิดของเรณู (แผนภาพที่ 4.13: ๑, ๒, ๓ และ ๔)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาลักษณะรูปร่างของเรณู ลักษณะช่องเปิด พื้นที่บริเวณหัว อัตราส่วน P/E รวมทั้งลักษณะ verrucae ก็จะเห็นว่า *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* น่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากที่สุด ในขณะที่ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะที่แตกต่างไปจากกลุ่มมากที่สุด โดยมี *B. pottsii* var. *pottsii* เป็นตัวเชื่อมโยงความแปรผันของลักษณะเรณูของชงโคดำทั้งหมดซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดทำรูปวิธานจำแนกพันธุ์ชงโคดำในประเทศไทยได้ดังนี้

รูปวิธานจำแนกพันธุ์ชงโคดำในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู

1. เรณูมีรูปกลมแป้น มีช่องเปิดสั้นมาก พื้นที่บริเวณหัวมีขนาดใหญ่.....var. *subsessilis*
- 1' เรณูมีรูปกลมรีคล้ายไข่ มีช่องเปิดยาว.....2
2. ช่องเปิดยาวประมาณ 1/3 - 1/2 ของความยาวเรณูแนว polar axis
มีพื้นที่บริเวณหัวปานกลาง มี 2 verrucaevar. *pottsii*
- 2' ช่องเปิดยาวประมาณ 3/5 - 4/5 ของความยาวเรณูแนว polar axis
มีพื้นที่บริเวณหัวขนาดเล็ก มี 2-4 verrucaevar. *velutina*
(var. *mollissima*)

5.3 การศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำรวมทั้งสิ้น 20 ระบบ (ตารางที่ 3.4) พบลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ที่มีลักษณะเป็น polymorphism ในชงโคดำพันธุ์ต่างๆรวมทั้งสิ้น 6 ระบบคือ ACP, EST, GOT, MDH, PER และ SKDH โดยไอโซไซม์แต่ละระบบต่างก็มีรูปแบบเฉพาะตัวในชงโคดำแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะรูปแบบของไอโซ

ไซม์มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะพันธุกรรมของพืชกล่าวคือการแสดงออกของยีนหรืออัลลีล (allele) ที่แตกต่างกันจะทำให้ไอโซไซม์มีรูปแบบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละพันธุ์ (Conlelin และ Smith, 1971)

เมื่อเปรียบเทียบแบบแผนไอโซไซม์ ACP, GOT, MDH และ SKDH ของ ชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ (แผนภาพที่ 4.14, 4.16, 4.17 และ 4.19) พบว่า *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ต่างก็มี รูปแบบไอโซไซม์ทั้ง 4 ระบบเหมือนกัน แสดงว่า *B. pottsii* var. *pottsii* น่าจะมีลักษณะทาง พันธุกรรมบางประการใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* เช่นเดียวกับ *B. pottsii* var. *mollissima* ก็น่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *velutina* ทั้งนี้เพราะความเหมือน กันของแถบไอโซไซม์สามารถนำมาใช้ประมาณความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชได้ (Johnson และ Thein, 1970)

สาเหตุของความคล้ายคลึงกันของรูปแบบไอโซไซม์ของชงโคดำดังกล่าวนี้ นอกจากเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมแล้ว อาจเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมก็ได้ ทั้งนี้เพราะ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการเจริญอยู่ในแหล่งที่อยู่คล้ายกันเช่นเดียวกับ *B. pottsii* var. *mollissima* ก็มีแหล่งที่อยู่คล้ายกับ *B. pottsii* var. *velutina* เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ เนื่องจากพบว่ารูปแบบไอโซไซม์ของพืชบางชนิดเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมเช่น แอปเปิล เป็นต้น (Bournival และ Karban, 1987) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าไอโซไซม์ของพืช หลายชนิดไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมเช่น อ้อย และ ถั่วเหลือง (Ruiz และ Maribona, 1983 ; Wagner และ McDonald, 1982)

เมื่อพิจารณาแถบไอโซไซม์แต่ละระบบที่พบในชงโคดำแต่ละพันธุ์จะเห็นว่า อาจมีความเข้มของแถบสีแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.4) เช่น แถบไอโซไซม์ ACP และ GOT ของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีความเข้มของแถบสีมากกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* ในขณะที่แถบไอโซไซม์ MDH ของ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มีความเข้มมากกว่า *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* สำหรับแถบไอโซไซม์ SKDH นั้นพบว่าแถบไอโซไซม์ของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความเข้มมากกว่าชงโคดำพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแสดงออก ของยีนแตกต่างกันส่งผลให้ไอโซไซม์มีโครงสร้างปริมาณและกิจกรรมแตกต่างกัน (Conlelin และ Smith ; 1971) โดยแถบสีที่มีความเข้มมากแสดงว่ามีปริมาณไอโซไซม์และกิจกรรมของ ไอโซไซม์มากกว่าแถบสีที่มีความเข้มน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าสารบางชนิดที่มีอยู่ในสารสกัด หรือใบพืช เช่น แทนนิน (tannin) หรือฟีนอล (phenol) อาจทำให้เห็นแถบสีเป็นปื้นหรือเป็น แถบหนาๆได้ ทั้งนี้เพราะสารเหล่านี้จะถูกออกซิไดส์โดยเอนไซม์ phenol oxidase ได้สาร

กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นเหมือนกันมากและมีความแตกต่างจากชงโคดำพันธุ์อื่น จึงแยกเป็นกลุ่มออกมาอย่างเด่นชัด ในขณะที่รูปร่างลักษณะใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นมีความแตกต่างกันไม่มากนัก จึงมีการแยกกลุ่มออกจากกันไม่เด่นชัดนัก สำหรับตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่บอกขนาดของใบและรอยเว้าปลายใบของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์นั้นมีความแตกต่างยังไม่มากพอที่จะจำแนกชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ออกจากกันได้ ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะใบจึงบอกได้ว่าขนาดของใบชงโคดำยังมีความแปรผันระหว่างกลุ่มไม่มากพอที่จะแยกชงโคดำพันธุ์ต่างๆออกจากกันได้ แต่รูปร่างลักษณะใบนั้นมีความแปรผันระหว่างประชากรเพียงพอที่จะใช้จำแนกประชากรชงโคดำออกจากกันได้

เมื่อนำข้อมูลลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบมาวิเคราะห์จัดกลุ่มก็ให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัย กล่าวคือ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีการกระจายปะปนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด่นชัด แสดงว่าประชากรมีความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมากหรือมีความแปรผันระหว่างกลุ่มน้อย จึงอยู่รวมเป็นกลุ่มเดียวกัน (Small, Compton และ Brookes, 1981) ส่วน *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นก็มีการจัดกลุ่มแยกออกไป แม้จะไม่มีมีการกระจายปะปนกันมากนักแต่ก็แยกออกจากกันไม่เด่นชัดนัก (แผนภาพที่ 4.40) แสดงว่าลักษณะใบของชงโคดำ 2 พันธุ์นี้ยังมีความแปรผันไม่มากพอที่จะแยกออกเป็นคนละกลุ่มได้อย่างเด่นชัด

เมื่อนำข้อมูลลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบมาวิเคราะห์จัดจำแนกก็พบว่า มีเพียงสมการที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลค์แลมดาน้อยกว่า 0.5 (ตาราง 4.9) ซึ่งถือว่าเป็นสมการที่ดีเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการจัดจำแนก (Norusis, 1985) โดยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกของสมการที่ 1 คือ LBF (ตารางที่ 4.11) ซึ่งพบว่าประชากรชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์มีการกระจายแยกออกจากกันไม่เด่นชัดนัก (แผนภาพที่ 4.48 : ❶) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกก็พบว่าเท่ากับ 47.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.12) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซ็นต์ (Baum และ Bailey, 1984 ; Chemicleski และ Chinnappa, 1988) ดังนั้นลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบชงโคดำเพียงอย่างเดียวจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำ

5.4.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำรวมทั้งสิ้น 41 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) พบว่าลักษณะเหล่านี้มีความแปรผันทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากร แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะดอกซึ่งเป็นข้อมูลต่อเนื่อง (ตารางที่ 4.5) จะเห็นว่าลักษณะดอกที่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดของชงโคดำแต่ละพันธุ์คือความยาวก้านกลีบดอก (LPCL 1-5) ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีความยาวใกล้เคียงกันมากและมีความยาวมากกว่าก้านกลีบดอกของ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* อย่างเด่นชัด ส่วนจำนวนดอกตูมต่อ 1 ช่อดอกพบว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* มีจำนวนมากที่สุดประมาณ 23 - 63 ดอกต่อ 1 ช่อดอก รองลงมาคือ *B. pottsii* var. *pottsii* มีประมาณ 4 - 35 ดอกต่อ 1 ช่อดอก สำหรับ *B. pottsii* var. *velutina* กับ *B. pottsii* var. *mollissima* นั้นมีจำนวนดอกตูมต่อ 1 ช่อดอกใกล้เคียงกันประมาณ 2-17 ดอกต่อ 1 ช่อดอก ซึ่งถือว่ามีความน้อยที่สุดในชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์

เมื่อนำลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกทั้ง 41 ลักษณะมาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 5 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 86.105 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.13) แสดงว่าแกนปัจจัยทั้ง 5 แกนเป็นตัวแทนของตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และ กรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) นอกจากนี้ค่า factor loading และค่า communality ของตัวแปรทุกตัวก็มีค่ามากกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15) แสดงให้เห็นว่าทุกแกนปัจจัยมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของแต่ละประชากรได้ดี แต่เมื่อนำแกนปัจจัยทั้ง 5 แกนมาแสดงความสัมพันธ์ในรูปกราฟ (แผนภาพที่ 4.20 : ๑ - ๕ และแผนภาพที่ 4.21: ๑ - ๕) ก็พบว่าลักษณะบนแกนปัจจัยที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่สามารถจัดจำแนกกลุ่มประชากรชงโคดำได้ดี ส่วนแกนปัจจัยอื่นๆ นั้นไม่สามารถจัดจำแนกประชากรชงโคดำออกได้อย่างเด่นชัด ดังนั้นลักษณะดอกที่เหมาะสมในการจำแนกชงโคดำก็คือ ลักษณะตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 และ 2 นั้นเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีลักษณะ LPCL 1-5, RBR, RAF, NBU, LPE 4-5, SPE, SSTI, HOV, RBU, CFI, CAN, CBU, CSTI และ CSTY คล้ายคลึงกันมากจึงถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกัน แต่มีความแตกต่างจาก *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ซึ่งมีลักษณะดังกล่าวนี้คล้ายคลึงกันเช่นกัน อย่างเด่นชัด จึงถูกจัดแยกกลุ่มออกมา ในขณะที่เดียวกันพบว่าลักษณะ LAN 1-3, LRE, LGY, LBU, LCA, LOV และ CPE ของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ก็มีความแตกต่างกันด้วย จึงทำให้ประชากรชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ถูกจัดออกเป็น 3 กลุ่ม ดังแผนภาพที่

4.20 : ๑ ส่วนลักษณะ WPE 1-5, LPE 1-3, LFI 1-3, LSTY และ WCA ของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ มีความแตกต่างกันไม่มากนักหรืออาจกล่าวได้ว่ามีความแปรผันระหว่างประชากรน้อยจึงไม่สามารถจำแนกประชากรชงโคดำแต่ละพันธุ์ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด

เมื่อนำข้อมูลลักษณะดอกมาวิเคราะห์การจัดกลุ่มพบว่าได้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัย กล่าวคือชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ ถูกจัดเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 *B. pottsii* var. *pottsii* ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ กลุ่มที่ 2 *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่ากลุ่มที่ 3 คือ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งแยกออกมาอย่างเด่นชัด(แผนภาพที่ 4.41) แสดงให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำสามารถใช้ในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำได้ โดยพบว่าลักษณะดอกของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* มีความแปรผันระหว่างประชากรน้อยมากหรือมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากจึงถูกจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน (Small, Crompton และ Brookes, 1981) ในขณะที่ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอจึงถูกจัดแยกออกเป็นคนละกลุ่มอย่างเด่นชัด

เมื่อนำข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกมาวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าได้สมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 3 สมการ สามารถอธิบายความผันแปรสะสมได้ถึง 99.50 เปอร์เซนต์ และมีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 นอกจากนี้ยังมีค่าวิลค์แลมดาค่าต่ำกว่า 0.5 อีกด้วย (ตารางที่ 4.16) ดังนั้นสมการทั้ง 3 นี้จึงเป็นสมการที่ดีเหมาะสมในการจัดจำแนก (Norusis, 1985) โดยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีเพียง 11 ลักษณะคือ RAF, WCA, LAN 1, LGY, LPCL 3 และ 5, RBR, LPE 2 และ 5, LCA และ LFI 2 (ตารางที่ 4.18) ซึ่งพบว่าสามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยและการวิเคราะห์จัดกลุ่มกล่าวคือ กลุ่มที่ 1 คือ *B. pottsii* var. *subsessilis* กลุ่มที่ 2 คือ *B. pottsii* var. *pottsii* และกลุ่มที่ 3 คือ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* (แผนภาพที่ 4.48 : ๑) ซึ่งมีความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกระหว่างประชากรน้อยมากจึงไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (Small, Crompton และ Brookes, 1981) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกก็พบว่ามีความเท่ากับ 75.60 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.19) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซนต์ขึ้นไป (Baum และ Bailey, 1984 ; Chemiclewski และ Chinnappa, 1988) ดังนั้นลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกจึงเป็นลักษณะที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำได้ (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984)

5.4.3 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำรวมทั้งสิ้น 11 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) พบว่ามีลักษณะความแปรผันของลักษณะต่างๆหลายประการ ทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากร เมื่อพิจารณาจากค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดและค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะเหล่านี้(ตารางที่ 4.5)พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำที่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดได้แก่ รูปร่างลักษณะและขนาดของเรณู กล่าวคือเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* ซึ่งมีรูปกลมแป้นจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางแนว polar axis สั้นกว่าแนว equatorial axis ในขณะที่เรณูของ *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีรูปกลมรีคล้ายไข่และมีเส้นผ่านศูนย์กลางแนว polar axis ยาวกว่าแนว equatorial axis นอกจากนี้ยังพบว่าช่องเปิดเรณูของ *B. pottsii* var. *mollissima*, *B. pottsii* var. *velutina* และ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความยาวมากกว่าช่องเปิดเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* อย่างเด่นชัด ส่งผลให้ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีพื้นที่บริเวณหัวมากกว่าชงโคดำพันธุ์อื่นๆทั้งหมด (แผนภาพที่ 4.13 : ❶, ❸, ❹ และ ❺)

เมื่อนำลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูทั้ง 11 ลักษณะมาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 2 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 86.389 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.20) แสดงว่าแกนปัจจัยทั้ง 2 แกนเป็นตัวแทนของตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) ซึ่งเมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วทำให้ค่า factor loading ของทุกตัวแปรมีค่า 0.5 (ตารางที่ 4.22) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรในทุกแกนปัจจัยมีความสัมพันธ์กันเหมาะที่จะนำไปใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของประชากรได้ ดังแผนภาพที่ 4.21 : ❶ จะเห็นได้ว่า *B. pottsii* var. *pottsii*, *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มีลักษณะ DAP, PAP, TAP, PFI, LAP, NVR, DEA, WAP และ SPO คล้ายคลึงกันมากหรือมีความแปรผันระหว่างประชากรน้อยมากจึงอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเดียวหรือไม่สามารถแยกประชากรกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดออกมาได้อย่างชัดเจน (Small, Crompton และ Brookes, 1981) ในขณะที่ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างออกไปจึงถูกจัดออกเป็นอีกกลุ่มหนึ่งต่างหาก

ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มเมื่อใช้ข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูก็ให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยเช่นเดียวกัน กล่าวคือเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีความแตกต่างจากเรณูของชงโคดำพันธุ์อื่นๆอย่างเด่นชัด จึงถูกแยกออกเป็นกลุ่มหนึ่งอย่างชัดเจน ในขณะที่ *B. pottsii* var. *mollissima*, *B. pottsii* var. *velutina* และ *B. pottsii* var.

pottsii นั้นมีเรณูที่คล้ายกัน จึงมีการกระจายปะปนกันจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างเด่นชัด แสดงให้เห็นว่าเรณูของชงโคดำ 3 พันธุ์นี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก

เมื่อนำข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูมาวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่ามีการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 2 สมการ สามารถอธิบายความผันแปรสะสมได้ 96.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลยกกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลค์แลมดาต่ำกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.23) แสดงว่าสมการการจัดจำแนกทั้งสองสมการนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ดี (Norusis, 1985) โดยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีเพียง 8 ลักษณะคือ DAP, PFI, LAP, SPO, DPA, WAP, DEA และ NVR (ตารางที่ 4.25) ซึ่งพบว่าสามารถจัดจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม อย่างเด่นชัด สอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดกลุ่มกล่าวคือกลุ่ม *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะเรณูแตกต่างจากชงโคดำอื่นๆอย่างเด่นชัด ส่วนกลุ่ม *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มีลักษณะเรณูคล้ายกันมาก จึงรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน สำหรับ *B. pottsii* var. *pottsii* แม้จะแยกกลุ่มออกมาค่อนข้างเด่นชัด แต่ก็ยังมีบางส่วนที่กระจัดกระจายออกไปมีความคล้ายคลึงกันกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* (แผนภาพที่ 4.48 : ๑) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าเท่ากับ 68.90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.26) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป (Baum และ Bailey, 1984; Chemiclewski และ Chinnapa, 1988) แสดงให้เห็นว่าการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียวยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำได้ดีเพียงพอ

5.4.4 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำซึ่งจัดเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 52 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) พบว่าเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัย ได้แกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 6 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 86.584 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.27) แสดงว่าแกนปัจจัยทั้ง 6 แกนเป็นตัวแทนของตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากกว่าการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้ลักษณะดอกหรือลักษณะเรณูเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาค่า factor loading ภายหลังการหมุนแกนปัจจัยและค่า communality ของตัวแปรทุกตัวก็พบว่ามีค่ามากกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.28 และตารางที่ 4.29) แสดงว่าตัวแปรภายในแต่ละแกนปัจจัยมีความสัมพันธ์เพียงพอที่จะนำไปใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประชากรได้ดี เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกน

ปัจจัย 1 - 6 (แผนภาพที่ 4.21: ① - ⑥ , แผนภาพที่ 4.22 : ① - ⑥ และแผนภาพที่ 4.23: ① - ⑥) จะเห็นว่าลักษณะที่เหมาะสมในการจำแนกประชากรของชโคดำคือลักษณะของตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอก (LPCL 1-5, LCA, LAN 1-3, NBU, LOV, LGY, LBU, LRE, RAF, HOV และ CPE) และลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณู (PAP, TAP, DAP, PFI, LAP, WAP, DEA และ NVR) ส่วนลักษณะของตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 ก็ประกอบด้วยลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอก (LPE 1-5, SPE, SSTI, RBR, CSTY, SCTI, CAN, CBU และ CFI) กับลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณู (SPO) เช่นเดียวกัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกหรือเรณูเพียงอย่างเดียวดังที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้สามารถจำแนกชโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้อย่างเด่นชัดเช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มพบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยกล่าวคือชโคดำถูกจัดเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 คือ *B. pottsii* var. *subsessilis* แยกออกมาอย่างเด่นชัดแสดงว่ามีลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูแตกต่างจากชโคดำพันธุ์อื่น ๆ อย่างเด่นชัด ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีความแปรผันของลักษณะดอกและเรณูระหว่างประชากรน้อยมากจึงถูกจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน สำหรับกลุ่มที่ 3 คือ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นเมื่อพิจารณาจากเดนโดรแกรมจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มากกว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* (แผนภาพที่ 4.43) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียว ในขณะที่การวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะดอกเพียงอย่างเดียว นั้นพบว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* (แผนภาพที่ 4.41) แสดงให้เห็นว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณูของชโคดำเป็น reproductive character ที่มีความสำคัญในการนำมาใช้วิเคราะห์จัดกลุ่ม ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากลักษณะบางอย่างของดอกเช่น จำนวนดอก จำนวนอวุลต่อดอก มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างเด่นชัด ในขณะที่ลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณูนั้นไม่แสดงว่ามีความสัมพันธ์ใดๆกับสิ่งแวดล้อมเลย (Vogler, Peretz และ Stephenson, 1998) ดังนั้นความแปรผันของลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณูในแต่ละประชากรจึงมีความแปรปรวนน้อยเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปในขณะที่ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกจะมีความแปรปรวนตามสภาพแวดล้อมได้มากกว่า

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานวิทยาของดอกและเรณูรวมทั้งสิ้น 52 ลักษณะ พบว่าได้สมการที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 3 สมการ สามารถอธิบายความผันแปรสะสมได้ถึง 99.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลยกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลค์แลมดาค่าต่ำกว่า 0.5 ทั้ง 3 สมการ (ตารางที่

4.30) แสดงว่าสมการจัดจำแนกทั้งสามสมการมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ดี (Norusis, 1985) โดยพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีเพียง 16 ลักษณะ ประกอบด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก 9 ลักษณะคือ RAF, LPCL 2, 3 และ 4, LAN 1, LGY, LPE 5, RBR และ WCA กับลักษณะเรณู 7 ลักษณะคือ DAP, LAP, NVR, WAP, DEA, SPO และ DPA (ตารางที่ 4.32) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.18) หรือลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.25) โดยพบว่ามีลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูที่ถูกตัดออกไปไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เพียง 4 ลักษณะคือ LPCL 5, LPE 2, LFI 2 และ PFI แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสมการจัดจำแนกก็ยังคงจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มแยกจากกันอย่างเด่นชัดเช่นเดิม (แผนภาพที่ 4.48 : ๑) โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกเท่ากับ 83.1 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.33) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซนต์ขึ้นไป (Baum และ Bailey, 1984 ; Chemiclewski และ Chinnapa, 1988) และยังมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.19) หรือใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.26) อย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นว่าในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำนั้นควรใช้ทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูร่วมกันหรืออาจกล่าวได้ว่า reproductive character เป็นลักษณะที่มีความสำคัญและเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกประชากรของชงโคดำ

5.4.5 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำ

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งเป็น vegetative character ร่วมกับลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งเป็น reproductive character รวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) พบว่าเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยได้แกนปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 86.411 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.34) ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้เฉพาะลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.27) และมากกว่าการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้เฉพาะลักษณะ vegetative character เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.6) เมื่อพิจารณาค่า factor loading ของตัวแปรทุกแกนปัจจัยพบว่ามีความมากกว่า 0.5 ยกเว้นลักษณะสันของดอกตูม (RBU) เท่านั้นที่มีค่าเพียง 0.472 แสดงว่าลักษณะนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก (Pranom Chantaranothai, 1989) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อหมุนแกนปัจจัยแล้วพบว่าทุกตัวแปร มีค่า factor loading มากกว่า 0.5 (ตารางที่ 4.36) และค่า communality ก็มากกว่า 0.5 เช่นกัน (ตารางที่ 4.35) แสดงว่าลักษณะตัวแปรในแกนปัจจัยมีความสัมพันธ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ใน

การพิจารณาความแปรปรวนของประชากรได้ (ต่อศักดิ์ ลีลำนันท์, 2535) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1 - 7 (แผนภาพที่ 4.23 : ④ - ⑥ , แผนภาพที่ 4.24 : ① - ③ , 4.25 : ① - ③) จะเห็นว่าลักษณะที่เหมาะสมในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำคือลักษณะของตัวแปรบนแกนปัจจัย 1 ซึ่งประกอบด้วยลักษณะใบ 2 ลักษณะคือ HLE และ HUE ลักษณะดอก 17 ลักษณะคือ LAN 1-3, LPCL 1-5, LCA, NBU, LGY, LOV, LBU, LRE, RAF, HOV และ CPE รวมทั้งลักษณะเรณู 8 ลักษณะคือ DAP, LAP, PFI, WAP, DEA, PAP, TAP และ NVR ส่วนตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 2 ประกอบด้วยลักษณะดอกเป็นส่วนใหญ่คือ LPE 1-5, SPE, SSTI, RBR, CFI, CSTY, CBU, CSTI และ CAN สำหรับลักษณะใบและลักษณะเรณูนั้นมีเพียงอย่างละ 1 ลักษณะเท่านั้นคือ NSV และ SPO ตามลำดับ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบหรือดอกหรือเรณูอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ดังที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้เช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มพบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยกล่าวคือสามารถจัดกลุ่มชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดโดย *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการจัดกลุ่มแยกออกมาจากชงโคดำพันธุ์อื่นๆแสดงว่ามีความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบดอกและเรณูระหว่างประชากรสูงมากกว่าชงโคดำทุกพันธุ์ ส่วน *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นมีความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบดอกและเรณูระหว่างประชากรน้อยมากหรืออาจกล่าวได้ว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของประชากรชงโคดำ 2 พันธุ์นี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากจึงถูกจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน (Small, Crompton และ Brookes, 1981) สำหรับ *B. pottsii* var. *pottsii* นั้นเมื่อพิจารณาจากเดนโดรแกรมจะเห็นว่าถูกจัดออกเป็นอีกกลุ่มหนึ่งอย่างเด่นชัดและมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. pottsii* var. *mollissima* และ *B. pottsii* var. *velutina* มากกว่า *B. pottsii* var. *subsessilis* (แผนภาพที่ 4.33) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูและการใช้ลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียวแสดงให้เห็นว่าลักษณะ vegetative character ของชงโคดำมีความสำคัญในการจัดกลุ่มประชากรชงโคดำน้อยกว่าลักษณะ reproductive character ทั้งนี้จะเป็นเพราะลักษณะ vegetative character มีความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมมากกว่าลักษณะ reproductive character ดังเช่นการศึกษาของ Newell (1989) (อ้างถึงใน รสริน พลวัฒน์, 2539) ซึ่งพบว่าในสภาพป่าค่อนข้างทึบและมีความชื้นสูงนั้นพืชที่อยู่ในร่มเงาจะสามารถปรับตัวทำให้มีก้านใบยาวขึ้นเพื่อรับแสงสว่างให้เพียงพอกับความต้องการได้ ในขณะที่ Vogler, Peretz และ Stephonson (1998) รายงานว่าลักษณะของเรณูซึ่งเป็น reproductive character นั้นไม่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเลย แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีการศึกษาที่แสดงว่าขนาดเรณูนั้นเปลี่ยนแปลงได้ในสภาพแวดล้อมต่างกันโดยพบว่าพืชที่เจริญในที่ที่มีน้ำมากจะมีขนาดเรณูใหญ่กว่าพืชที่เจริญในที่

แห้งแล้งหรือใกล้ภูเขา (Edwards, Dave และ Ambruster, 1991) นอกจากนี้ยังพบว่าเรณูของ *Carallia brachiata* Merr. ซึ่งเจริญอยู่ในป่าบกจะมีขนาดเล็กกว่าพืชชนิดเดียวกันที่เจริญในอยู่ป่าชายเลน (สมิต บุญเสริมสุข, 2530) แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันหรือพืชชนิดเดียวกันเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกันก็อาจทำให้มีลักษณะต่างๆแปรผันไปจากเดิมได้ (Esau, 1977) ดังนั้นในการวิเคราะห์จัดกลุ่มจึงควรใช้ลักษณะต่างๆของตัวแปรที่เหมาะสมให้ครอบคลุมมากที่สุด เพื่อให้ผลการจัดกลุ่มมีความถูกต้องไม่เบี่ยงเบนจากความเป็นจริง (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอกและเรณู รวมทั้งสิ้น 59 ลักษณะ พบว่าสมการจัดจำแนกที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 3 สมการ สามารถอธิบายของความผันแปรสะสมของตัวแปรได้ถึง 98.9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลกกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลค์แลมดาค่าต่ำกว่า 0.5 ทั้ง 3 สมการ (ตารางที่ 4.37) แสดงว่าสมการจัดจำแนกเหล่านี้สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรในแต่ละประชากรได้ดีและตัวแปรมีความสัมพันธ์กับสมการสูง (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ดีเพราะมีความแปรผันระหว่างกลุ่มมากกว่าความแปรผันภายในกลุ่ม (Norusis, 1985) ซึ่งพบว่าสมการจัดจำแนกสามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกับการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียว โดยพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีเพียง 20 ลักษณะ (ตารางที่ 4.39) ประกอบด้วยลักษณะใบ 4 ลักษณะคือ NSV, LBF, LLE และ WLE ลักษณะดอก 9 ลักษณะคือ RAF, LPCL 3-4, LAN 1, LGY, LPE 5, RBR, WPE 4 และ WCA รวมทั้งลักษณะเรณู 7 ลักษณะคือ DAP, LAP, NVR, WAP, DEA, SPO และ DPA ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ลักษณะ vegetative character เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.11) และใช้ลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.32) กล่าวคือประชากรกลุ่มที่ 1 ได้แก่ *B. pottsii* var. *subsessilis* ประชากรกลุ่มที่ 2 ได้แก่ *B. pottsii* var. *pottsii* และประชากรกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* (แผนภาพที่ 4.48:๑) โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกเท่ากับ 84.90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.40) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป (Baum และ Bailey, 1984 ; Chemiclewski และ Chinnapa, 1988) และสูงกว่าเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกโดยใช้ลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.33) แสดงว่าการจำแนกประชากรชงโคดำควรใช้ทั้งลักษณะ vegetative character และ reproductive character ร่วมกัน

5.4.6 การศึกษาลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำรวมทั้งสิ้น 20 ระบบพบแบบแผนไอโซไซม์ที่มีลักษณะเป็น polymorphism เพียง 6 ระบบ โดยแต่ละระบบต่างก็มีแบบแผนเฉพาะตัวในชงโคดำแต่ละพันธุ์ (แผนภาพที่ 4.14 – 4.19) เมื่อนำค่า Rf ของแถบไอโซไซม์แต่ละระบบที่พบในชงโคดำแต่ละพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ มาวิเคราะห์ปัจจัยพบว่ามีแถบปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แถบ สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 75.197 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.41) แสดงว่าแถบปัจจัยเหล่านี้เป็นตัวแทนของตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และ กรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) ตัวแปรในแถบปัจจัยส่วนใหญ่มีค่า factor loading มากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปร SHDH 2, EST10, PER 2, 6, 7, 8, 10, 12 และ 15 ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก (Pranom Chantaranothai, 1989) สำหรับค่า communalities ของตัวแปรในแต่ละแถบปัจจัยส่วนใหญ่ก็มีค่ามากกว่า 0.5 ยกเว้นตัวแปร EST 2, PER 2, 8, 12 และ 15 แสดงว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันภายในแถบปัจจัยค่อนข้างน้อยไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการจัดจำแนก (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์และ กรรณิการ์ สุขเกษม, 2533)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแถบปัจจัย 1-7 (แผนภาพที่ 4.26 : ① - ⑦) พบว่าแบบแผนไอโซไซม์ระบบ acid phosphatase (ACP) glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) malate dehydrogenase (MDH) และ shikimate dehydrogenase (SKDH) สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 2 กลุ่มอย่างเด่นชัดคือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ในขณะที่แบบแผนไอโซไซม์ของ esterase (EST) และ peroxidase (PER) นั้นมีความแปรผันในชงโคดำแต่ละพันธุ์แตกต่างกันมากกล่าวคือลักษณะ EST 1, 2, 4, 7 และ PER 3 ของ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* แตกต่างกันอย่างเด่นชัด แต่ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* กลับคล้ายคลึงกัน (แผนภาพที่ 4.26 : ①) ในขณะที่ลักษณะ EST 3, 5, 6, 8, 9 และ PER 11, 13, 14, 16 ของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* แตกต่างกันอย่างเด่นชัด แต่ *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* กลับคล้ายคลึงกัน (แผนภาพที่ 4.26 : ②) สำหรับลักษณะ EST 10 และ PER 4-7, 10, 12, 15 นั้น พบว่าไม่สามารถจำแนกประชากรชงโคดำแต่ละพันธุ์ออกจากกันได้

เมื่อนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มพบว่าสามารถจัดกลุ่มงโคดำออกเป็น 4 กลุ่มอย่างเด่นชัด โดยกลุ่มที่ 1 คือ *B. pottsii* var. *pottsii* จะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกลุ่มที่ 2 คือ *B. pottsii* var. *subsessilis* ในขณะที่กลุ่มที่ 3 คือ *B. pottsii* var. *mollissima* ก็มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกลุ่มที่ 4 คือ *B. pottsii* var. *velutina* (แผนภาพที่ 4.45)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จัดจำแนกลักษณะแถบไอโซไซม์ทั้ง 6 ระบบรวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะพบว่าได้สมการที่มีค่าไอเกินมากกว่า 1 จำนวน 3 สมการ สามารถอธิบายความผันแปรสะสมได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสหสัมพันธ์คาโนในคอลยกกกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลล์แลมดต่ำกว่า 0.5 ทั้ง 3 สมการ (ตารางที่ 4.44) แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กับสมการและมีความแปรผันระหว่างกลุ่มมากกว่าภายในกลุ่ม(สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม , 2533) สมการทั้ง 3 จึงเหมาะที่จะใช้ในการจัดจำแนกประชากรได้ดี (Norusis, 1985) โดยพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีเพียง 12 ลักษณะ ประกอบด้วยลักษณะของไอโซไซม์ ACP 1-2, GOT 3, MDH 2, SKDH 1, EST 1, 3, 5, 6, 8 และ PER 7, 10 (ตารางที่ 4.46) ทำให้สามารถจำแนกงโคดำออกเป็น 4 กลุ่มสอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (แผนภาพที่ 4.48 : ๑) กล่าวคือ *B. pottsii* var. *pottsii* มีลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ที่คล้ายคลึงกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกันสอดคล้องกับการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของใบและดอกซึ่งพบว่า *B. pottsii* var. *pottsii* มีลักษณะคล้ายกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มากกว่า *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันเช่นกัน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าความผันแปรของ electrophoretic pattern สามารถใช้เปรียบเทียบกับความคล้ายคลึงทางสัณฐานวิทยาของหน่วยอนุกรมวิธานที่คล้ายกันได้ (Crawford,1983) ดังเช่นการศึกษาค่าความแปรผันของแบบแผนไอโซไซม์ของ *Salicornia europaea* L.พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับลักษณะสัณฐานวิทยา (Wolff และ Jefferies, 1986)

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่ามีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.47) แสดงว่าแบบแผนไอโซไซม์ ACP, EST, GOT, MDH, PER และ SKDH มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะจัดจำแนกประชากรงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ออกจากกันได้

5.4.7 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและแบบแผน ไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำรวมทั้งสิ้น 95 ลักษณะ (ตารางที่ 3.5 , ตารางที่ 4.4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัย พบว่าได้แก่นปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 2 แกน สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ 84.386 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.48) แสดงว่าแก่นปัจจัยเหล่านี้สามารถแทนตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่า factor loading และค่า communality มากกว่า 0.5 แสดงว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้อธิบายความสัมพันธ์ของประชากรได้ (ตารางที่ 4.49 และตารางที่ 4.50) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแก่นปัจจัยที่ 1-12 (แผนภาพที่ 4.28 : ๑ - ๑ ถึงแผนภาพที่ 4.36: ๑-๑) พบว่าได้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบหรือดอกหรือเรณูอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันก็ได้ กล่าวคือลักษณะตัวแปรบนแก่นปัจจัยที่ 1-3 เท่านั้นที่มีบทบาทสำคัญในการแยกประชากรชงโคดำออกจากกันเป็นกลุ่ม ในขณะที่ตัวแปรบนแก่นปัจจัยที่ 4-12 ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก จากแผนภาพที่ 4.28: ๑-๑ จะเห็นว่าลักษณะบนแก่นปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู 26 ลักษณะคือ LPCL 1-5 , LPE 1,3-5, TRA, DPA, NBU, WCA, SPE, SSTI, SPO, HOV, HLE, HUE, RBR, NSV, CBU, CFI, CSTI, CSTY และ CAN ร่วมกับลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 10 ลักษณะคือ ACP 1-2, GOT 1-3, MDH 1-2, SKDH 1, PER 9 สามารถจำแนกประชากรชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 *B. pottsii* var. *pottsii* กลุ่ม 2 *B. pottsii* var. *subsessilis* และกลุ่ม 3 ประกอบด้วย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* เช่นเดียวกับลักษณะ LAP, PFI, DAP, WAP, LAN 1-3, LGY, LOV, LCA, DEA, TAP, PAP, NVR, RAF, CPE, EST 3, 5, 6, 8-10 และ PER 2-3, 8 บนแก่นปัจจัยที่ 2 ก็สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มคล้ายกับแก่นปัจจัยที่ 1 เช่นเดียวกัน ส่วนลักษณะ RBU, MDH 3, EST 1, 2 4, 7 และ PER 2-3, 8 บนแก่นปัจจัยที่ 3 พบว่าสามารถจำแนก *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด แต่แยก *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ออกจากกันไม่ได้

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดกลุ่มก็พบว่าได้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัย สามารถจัดกลุ่มชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกัน โดย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ถูกจัดเป็นกลุ่มเดียวกันแยกออกมาจาก *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* ซึ่งมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากกว่าอย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.46)

ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกก็พบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยและการวิเคราะห์จัดกลุ่ม โดยสมการจัดจำแนกที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 จำนวน 3 สมการ สามารถอธิบายความผันแปรสะสมของตัวแปรได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.51) มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลูกกำลังสองมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลด์แลมดาค่าต่ำกว่า 0.5 ทั้งสาม 3 สมการ แสดงว่าสมการทั้งหมดสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรในแต่ละประชากรได้ดีและตัวแปรมีความสัมพันธ์กับสมการสูง (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนก เนื่องจากมีความผันแปรระหว่างกลุ่มมากกว่าความแปรผันภายในกลุ่ม (Norusis, 1985) ดังนั้นเมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 4.48 : ๑ จะเห็นว่าชงโคดำถูกจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดโดย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* ยังมีความแปรผันของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ระหว่างประชากรน้อยมากจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน (Small, Crompton และ Brookes, 1981) ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นมีความแปรผันของลักษณะต่างๆที่เป็น vegetative character และ reproductive character รวมทั้งลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ระหว่างประชากรมากเพียงพอ จึงถูกจำแนกแยกออกจากกันอย่างเด่นชัด โดยตัวแปรที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมีทั้งหมด 19 ลักษณะประกอบด้วย ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก 3 ลักษณะ คือ LAN 2, LPCL 3 และ RAF ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู 2 ลักษณะคือ NVR และ PFI รวมทั้งลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ทั้ง 6 ระบบอีก 14 ลักษณะคือ ACP 1-2, EST 1 และ 8, GOT 1-3, MDH 2-3, PER 7, 10, 11, 14 และ SKDH 1 (ตารางที่ 4.53) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่ามีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.54) ในขณะที่ค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซ็นต์ (Baum และ Bailey, 1984; Chinnapa, 1988) แสดงว่าความผันแปรของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำมีมากเพียงพอที่จะจำแนกประชากรชงโคดำในประเทศไทยออกได้เป็น 3 กลุ่มเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถนำผลจากการศึกษา numerical taxonomy โดยการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ มาจัดทำเป็นรูปวิธานเพื่อใช้ในการจัดจำแนกชงโคดำได้ดังนี้

รูปวิธานจำแนกพันธุ์ชงโคดำในประเทศไทย
โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

- 1 ก้านกลีบดอกยาว 1.50-3.50 เซนติเมตร *B. pottsii* var. *velutina*
 (*B. pottsii* var. *mollissima*)
- 1' ก้านกลีบดอกยาว 0.10-1.50 เซนติเมตร 2
- 2 อัตราส่วนความยาวอับเรณูตรงตำแหน่งที่ติดกับก้านชูอับเรณู มีค่าเท่ากับ 1.00-1.20
 ค่า polar field index เท่ากับ 0.20-1.00 มี verrucae 2 ตุ่ม..... *B. pottsii* var. *pottsii*
- 2' อัตราส่วนความยาวอับเรณูตรงตำแหน่งที่ติดกับก้านชูอับเรณู มีค่าเท่ากับ 1.50-1.80
 ค่า polar field index เท่ากับ 0.90-1.80 ไม่มี verrucae..... *B. pottsii* var. *subsessilis*

รูปวิธานจำแนกพันธุ์ชงโคดำในประเทศไทย
โดยใช้ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ ACP = 0.60
 (หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ GOT 3 แถบ = 0.14, 0.20 และ 0.25 ตามลำดับ
 หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ MDH 3 แถบ = 0.43, 0.50 และ 0.37 ตามลำดับ
 หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ SKDH 2 แถบ = 0.38, 0.43 ตามลำดับ)
 *B. pottsii* var. *velutina*
 (*B. pottsii* var. *mollissima*)
- 1' ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ ACP = 0.65
 (หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ GOT 1 แถบ = 0.26)
 หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ MDH 1 แถบ = 0.57)
 หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ SKDH 1 แถบ = 0.43)..... 2
- 2 ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ EST 4 และ 9 = 0.31 และ 0.67 ตามลำดับ
 (หรือ ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ PER 12 และ 16 = 0.48 และ 0.59 ตามลำดับ)
 *B. pottsii* var. *pottsii*
- 2' ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ EST 3, 5, 8 และ 10 = 0.24, 0.36, 0.60 และ 0.71 ตามลำดับ
 (หรือ ไม่มีแถบไอโซไซม์ PER 12 และ 16)..... *B. pottsii* var. *subsessilis*

5.5 การศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำกับชงโคและกาหลง

5.5.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของชงโคและกาหลง

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของชงโค (*Bauhinia purpurea*) และกาหลง (*Bauhinia acuminata*) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสโคเรียโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะสัณฐานวิทยาของชงโคดำ พบว่าพืชทั้ง 3 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดหลายประการทั้งลักษณะวิสัย กิ่ง ลำต้น ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด (แผนภาพที่ 4.1-4.13, 4.19.2, ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 5.1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Larsen, Larsen และ Vidal (1984) ซึ่งกำหนดให้สถานะทางอนุกรมวิธานของพืชทั้งสามชนิดนี้อยู่ในระดับชนิด (species) (de Wit, 1956; Larsen และ Larsen, 1973; Larsen, 1975) ดังนั้นจึงควรจัดจำแนกชงโคดำออกเป็นกลุ่มย่อยในระดับพันธุ์ (variety) 3 พันธุ์ คือ 1. *Bauhinia pottsii* var. *pottsii* 2. *Bauhinia pottsii* var. *subsessilis* และ 3. *Bauhinia pottsii* var. *velutina* (ซึ่งรวมกับ *Bauhinia pottsii* var. *mollissima*)

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของชงโคดำ ชงโค และกาหลงในครั้งนั้นนอกจากจะช่วยให้สามารถกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชกลุ่มนี้ได้แล้วยังพบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการของพืชกลุ่มนี้ขัดแย้งกับรายงานของ Larsen, Larsen และ Vidal (1984) ซึ่งกล่าวว่ายอดเกสรเพศเมียของกาหลงมีขนาดเล็กและมีรูปร่างแบบก้นปัด (peltate) เช่นเดียวกับยอดเกสรเพศเมียของ *Bauhinia pottsii* var. *pottsii* แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ายอดเกสรเพศเมียของกาหลงนั้นมีขนาดใหญ่เด่นชัด ส่วนปลายสุดแบนและเป็นแอ่งตรงกลาง มีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับยอดเกสรเพศเมียของ *B. pottsii* var. *pottsii* ซึ่งมีลักษณะเป็นตุ่มกลม ความผิดพลาดนี้เชื่อว่าน่าจะเกิดจากการบรรยายลักษณะจากการศึกษาด้วยอย่างพันธุ์ไม้แห้งซึ่งเก็บไว้นานจนรูปร่างและขนาดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม นอกจากนี้ยังพบว่ารังไข่ของกาหลง ชงโคและชงโคดำยังมีลักษณะเด่นที่ตรงกันประการหนึ่งคือต่างก็ปกคลุมด้วยขนแข็งเอน (strigose) เช่นเดียวกัน เพียงแต่ขนแข็งเอนที่พบนี้นั้นมีขนาด สี สัน และความหนาแน่นแตกต่างกัน แต่ Larsen, Larsen และ Vidal (1984) ไม่ได้รายงานลักษณะนี้ไว้

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด
ที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

ลักษณะ	<i>Bauhinia pottsii</i>			<i>B. purpurea</i>	<i>B. acuminata</i>
	var. <i>pottsii</i>	var. <i>subsessilis</i>	var. <i>velutina</i> (var. <i>mollissima</i>)		
ลำต้น					
HAB	ไม้กิ่งร่อนลอย	ไม้กิ่งร่อนลอย	ไม้กิ่งร่อนลอย	ไม้ยืนต้น	ไม้พุ่ม
LEN	กลมรี	กลมรี	กลมรี	เป็นขีดยาว	กลมรี
ใบ					
TLE	มน	มน	มน	มน	แหลม
HUE	ขนประปราย	ขนกำมะหยี่	ขนสั้นนุ่ม (มี cutin เคลือบ)	เกลี้ยง	เกลี้ยง
HLE	ขนกำมะหยี่สีสนิม	ขนกำมะหยี่สีสนิม	ขนสั้นนุ่ม	ขนประปราย	ขนสั้นนุ่ม
ดอก					
SPE	รูปใบหอก	รูปใบหอก	รูปช้อน	รูปใบหอกแคบ	รูปขอบขนาน
CPE	สีแดงขอบขาว มีแต้มสีเหลือง กลางกลีบดอกที่ 2	สีขาว มีแต้มสีเหลือง กลางกลีบดอกที่ 2	สีแดงขอบขาว มีแต้มสีเหลือง กลางกลีบดอกที่ 2	สีชมพู	สีขาว
CAN	สีน้ำตาลอมดำ	สีน้ำตาลอมดำ	สีเขียวย่อน	สีน้ำตาลอ่อน	สีเหลือง
CFI	สีแดง	สีแดง	สีเขียวย่อน	สีชมพู	สีขาว
SSTI	กลม เติ้นชัด	กลม เติ้นชัด	ไม่เด่นชัด	แบน เติ้นชัด	แบน เติ้นชัด
CSTI	สีน้ำตาลอมดำ	สีน้ำตาลอมดำ	สีเขียวย่อน	สีน้ำตาลอ่อน	สีเขียวย่อน
CSTY	สีแดง	สีแดง	สีเขียวย่อน	สีชมพูหรือขาว	สีขาว
HOV	ขนกำมะหยี่ และขนแข็งเอน	ขนยาวนุ่ม และขนแข็งเอน	ขนสั้นนุ่ม และขนแข็งเอน	ขนกำมะหยี่ และขนแข็งเอน	เรียบเกลี้ยง และขนแข็งเอน
TBU	หนาแน่น ไม่มี free calyx-teeth	หนาแน่น ไม่มี free calyx-teeth	หนาแน่น ไม่มี free calyx-teeth	หนาแน่น ไม่มี free calyx-teeth	ประปราย มี free calyx-teeth
RBU	ไม่มีสัน	ไม่มีสัน	มี/ไม่มีสันเด่นชัด	มีสันเด่นชัด	ไม่มีสัน
CBU	สีเขียว อมน้ำตาลแดง	สีเขียว อมน้ำตาลแดง	สีเขียว	สีเขียว	สีเขียว

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ลักษณะ	<i>Bauhinia pottsii</i>			<i>B. purpurea</i>	<i>B. acuminata</i>
	<i>var. pottsii</i>	<i>var. subsessilis</i>	<i>var. velutina</i> (<i>var. mollissima</i>)		
เรณู					
TPO	tetrad	tetrad	tetrad	monad	monad
SPO	กลมรีคล้ายไข่	กลมแป้น	กลมรีคล้ายไข่	คล้ายรักบี้	กลม
TAP	tricolporate	tricolporate	tricolporate	tricolporoidate	ไม่มีช่องเปิด
ESC	perforate	perforate	perforate	striato reticulate	reticulate
ฝัก					
SPOD	ขอบไม่ขนาน กว้าง : ยาว=1 : 7	ขอบไม่ขนาน กว้าง : ยาว=1 : 7	ขอบไม่ขนาน กว้าง : ยาว= 1: 7	ขอบขนาน กว้าง : ยาว= 1:11	ขอบขนาน กว้าง : ยาว=1 : 6
RPOD	ขอบด้านบน ไม่มีสัน	ขอบด้านบน ไม่มีสัน	ขอบด้านบน มีสัน	ขอบด้านบน ไม่มีสัน	ขอบด้านบน มีสัน
เมล็ด					
SSEE	กลม	กลม	กลม	กลมรี	รูปไต

5.5.2 การศึกษา numerical taxonomy ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

การศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำ ชงโค และกาหลงนั้นมีการใช้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ จากการศึกษาทั้งลักษณะกิ่ง ลำต้น ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด (ตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6) รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ เมื่อนำมาศึกษาด้วยเทคนิควิเคราะห์ปัจจัย พบว่ามีแกนปัจจัยที่มีค่าโอเกนมากกว่า 1 จำนวน 7 แกนสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 92.276 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.5) แสดงว่าแกนปัจจัยทั้ง 7 แกนเป็นตัวแทนของตัวแปรทั้งหมดได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และ กรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) ตัวแปรทุกตัวในแกนปัจจัยมีค่า communality และค่า factor loading มากกว่า 0.5 แสดงว่าตัวแปรในแกนปัจจัยมีความสัมพันธ์กันเหมาะสมที่จะนำไปใช้อธิบายความผันแปรของประชากรได้ดี

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแกนปัจจัยที่ 1-7 (แผนภาพที่ 4.36 : ①, แผนภาพที่ 4.37 : ① - ③, แผนภาพที่ 4.38-4.39 : ① - ⑥) พบว่าลักษณะตัวแปรบนแกนปัจจัยที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ, ดอก, เรณู, ฝัก และเมล็ดรวมทั้งสิ้น 39 ลักษณะ (ตารางที่ 4.57) สามารถจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1 *B. pottsii* var. *subsessilis* กลุ่มที่ 2 *B. pottsii* var. *pottsii* กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย *B. pottsii* var. *mollissima* กับ *B. pottsii* var. *velutina* กลุ่มที่ 4 *B. purpurea* และกลุ่มที่ 5 *B. acuminata* (แผนภาพที่ 4.36 : ①) ส่วนลักษณะตัวแปรบนแกนปัจจัยอื่นๆนั้น จำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลงออกจากกันได้ไม่เด่นชัดหรือไม่สามารถจำแนกออกจากกันได้เลย

เมื่อนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มก็พบว่าให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัจจัย กล่าวคือมีการจัดกลุ่มประชากรออกเป็น 5 กลุ่ม (แผนภาพที่ 4.47) แต่แผนไดรแกรมของการจัดกลุ่มนั้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของประชากรทั้ง 5 กลุ่มว่ากาหลง (*B. acuminata*) นั้นมีลักษณะแตกต่างจากชงโคและชงโคดำอย่างเด่นชัด จึงถูกจัดกลุ่มแยกออกไปเพียงกลุ่มเดียวต่างหาก ในขณะที่ชงโค (*B. purpurea*) ซึ่งมีความใกล้ชิดกับชงโคดำ (*B. pottsii*) มากกว่า กาหลงก็มีการจัดกลุ่มแยกออกจากชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์อย่างเด่นชัดเช่นกัน แสดงว่ากาหลง ชงโคและชงโคดำมีความแตกต่างกันในระดับหน่วยอนุกรมวิธานที่ใกล้เคียงกัน จึงควรมีสถานะทางอนุกรมวิธานเท่าเทียมกันคืออยู่ในระดับชนิด (species) (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) โดยชงโคดำยังมีการจัดกลุ่มแยกย่อยออกเป็น 3 พันธุ์ (varity) คือ 1. *B. pottsii* var. *subsessilis* 2. *B. pottsii* var. *pottsii* และ 3. *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จัดจำแนกพบว่าสมการจัดจำแนกที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 มีจำนวน 5 สมการ สามารถอธิบายความแปรผันสะสมของตัวแปรได้สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.58) นอกจากนี้ยังมีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลูกกำลังมากกว่า 0.5 และมีค่าวิลด์แลมดาค่ากว่า 0.5 ทั้ง 5 สมการ แสดงว่าสมการเหล่านี้สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรในแต่ละประชากรได้ดีและตัวแปรมีความสัมพันธ์กับสมการสูง (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และ กรรณิการ์ สุขเกษม, 2533) จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ดี เพราะมีความแปรผันระหว่างกลุ่มมากกว่าความแปรผันภายในกลุ่ม (Norusis, 1985) ผลการวิเคราะห์จัดจำแนกจึงพบว่าการจัดจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง ออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัด (แผนภาพที่ 4.48 : ๑) สอดคล้องกับการวิเคราะห์จัดกลุ่มกล่าวคือกลุ่มที่ 1 กาหลง (*B. acuminata*) และกลุ่มที่ 2 ชงโค (*B. purpurea*) มีการจัดกลุ่มแยกออกมาจากกลุ่มที่ 3 ชงโคดำ (*B. pottsii*) อย่างเด่นชัด โดยประชากรชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ถูกจัดอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเดียว แสดงให้เห็นว่าความแปรผันระหว่างประชากรชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ ซึ่งถูกจัดจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มย่อยนั้นเป็นความแตกต่างหรือความแปรผันในระดับต่ำกว่าชนิด (intraspecific variation) ดังนั้นชงโคดำในประเทศไทยจึงควรจัดจำแนกออกเป็น 3 พันธุ์ (varity) โดยจัดให้ *B. pottsii* var. *velutina* และ *B. pottsii* var. *mollissima* เป็นพันธุ์เดียวกันแยกออกจากพันธุ์ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* อย่างชัดเจน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์จัดจำแนกสูงถึง 99.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.61) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้คือ 75 เปอร์เซ็นต์ (Baum และ Bailey, 1984; Chemickewski และ Chinnapa, 1988) แสดงว่าการทำนายกลุ่มประชากรถูกต้องเป็นที่ยอมรับ

จะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานโดยใช้ข้อมูลเฉพาะการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของลำต้น ใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดสามารถกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำพันธุ์ต่างๆ ได้อย่างเด่นชัดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการจัดจำแนกพืชที่มีความซับซ้อนชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิดทั้งในระดับสกุล (Hanks และ Fryxell, 1979; Small, Crompton และ Brookes, 1981) ระดับชนิด (Baum และ Bailey, 1984; Menadue และ Growden, 1988) และระดับพันธุ์ (Standley, 1987; Labrecque และ Brouillet, 1995) ซึ่งพบว่าสามารถใช้เฉพาะข้อมูลจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของลำต้นและใบ (Zona, 1991) หรือใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก (Doebley และ Iltis, 1980) หรือใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียวในการตรวจสอบหน่วยอนุกรมวิธานของพืชได้ (Robbins, Dickinson และ Rhodes, 1979) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะลวดลายผิวของเมล็ดก็เป็นลักษณะสำคัญทางอนุกรมวิธาน (Chuang และ Heckard, 1972) ทั้งนี้เพราะลักษณะลวดลายผิวของเมล็ดค่อนข้างคงตัวจึงสามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกพืชในระดับต่ำกว่าชนิดได้

(Steenis, 1956) เช่นเดียวกับการศึกษาใบโอซิสเทมาติกส์ของโคลงเคลงขน *Melastoma villosum* Lodd. ในประเทศไทย (ต่อศักดิ์ สิลานนท์, 2535) ที่มีการใช้ข้อมูลจากการศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำต้นใบ ดอก เรณู และเมล็ดมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคด้าน numerical taxonomy ทำให้พบว่าประชากรโคลงเคลงขนในประเทศไทยยังมีความแปรผันไม่มากพอที่จะ จำแนกเป็นชนิดใหม่หรือพันธุ์ใหม่ได้ ส่วนรสริน พลวัฒน์ (2539) ใช้ข้อมูลจากการศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาและลักษณะกายวิภาคของใบ ลำต้น และโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ใน การจัดจำแนกประชากรเฟิร์นลิ้นกุ่ม *Pyrosia eberhardtii* (Christ) Ching ในประเทศไทย โดยเทคนิคด้าน numerical taxonomy และพบว่าความแปรผันภายในและระหว่างประชากร เฟิร์นลิ้นกุ่มในประเทศไทยยังไม่มากพอที่จะจัดจำแนกเป็นชนิดใหม่หรือพันธุ์ใหม่ได้ ในขณะที่ ปรีชา ประเทพา (2533) มีการใช้ข้อมูลด้านสัณฐานวิทยา ด้านสรีรวิทยาและด้านเซลล์พันธุ ศาสตร์ ในการจัดจำแนกและบอกสายสัมพันธ์ของถั่วแปบช้าง (*Afgekia sericea* Craib) กับ กันภัย (*A. mahidolae* Burt & Chermesirivathana) ได้

จะเห็นได้ว่าการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชแต่ละชนิดมีการ ใช้ข้อมูลจากการศึกษาด้านต่างๆไม่เหมือนกัน พืชบางชนิดอาจใช้ข้อมูลจากการศึกษา ลักษณะ สัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียวก็สามารถกำหนดสถานะทางอนุกรมวิธานได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ พืชบางชนิดอาจต้องใช้ข้อมูลจากการศึกษาหลายๆด้านมาพิจารณาประกอบกันจึงจะสามารถ กำหนดสถานะหรือหน่วยทางอนุกรมวิธานได้ เช่นเดียวกับการศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโค ดำในครั้งนี้ซึ่งพบว่าการใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ด ก็ สามารถจัดจำแนกชงโคดำในประเทศไทยออกเป็น 3 พันธุ์อย่างเด่นชัด คือ 1. *Bauhinia pottsii* var. *pottsii* 2. *B. pottsii* var. *subsessilis* 3. *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) และเมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบ คือ ACP, EST, GOT, MDH, PER และ SKDH ก็พบว่าได้ผลเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าควรจัดให้ *B. pottsii* var. *mollissima* เป็นพันธุ์เดียวกับ *B. pottsii* var. *velutina* ตามกฎของ International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code) Electronic version (1997) ข้อที่ 3 ที่กำหนดให้ พิจารณาการตั้งชื่อของพืชตามลำดับก่อนหลังของการตีพิมพ์ชื่อนั้นๆ (priority of publication) ดังนั้น *B. pottsii* var. *velutina* จึงมีลักษณะดังนี้

***Bauhinia pottsii* var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. & S.S. Larsen**

Phanera velutina Benth. in Miq., Pl. Jungh. : 262. 1852.

B. velutina [Wall. ex] Bak. in Hook. f., Fl. Br. Ind. 2 : 280. 1878; Fischer, Kew Bull. 1927 : 87. Figure 1 : 10-13.

B. mollissima [Wall. Cat. No.5782 nom. nud.] Prain, J. Asiat. Soc. Bengal. 66 : 180, 183, 185, 499, 502. 1890. Figure 1 : 9.

B. pottsii var. *mollissima* (Wall.ex Prain) K. & S.S. Larsen, in Flora of Thailand 4,1 : 10. Fig.1 : 9.1984.

ชื่อพื้นเมือง ชงโคดำ

ชื่ออื่นๆ ชงโค, ชงโคป่า, ชงโคไฟ

ลักษณะ

ลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ มีความสูง 3-10 เมตร กิ่งอ่อน มีสีเขียวอมน้ำตาลและมีขนสั้นนุ่มสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป ลำต้น มีสีน้ำตาลอมเขียว หรือน้ำตาลอมดำ เปลือก มีช่องอากาศ 0.10 – 0.20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไป

ใบเดี่ยว เรียงสลับ มีรูปร่างแบบรูปไข่หรือค่อนข้างกลม ขนาด 8.20 – 18.00 x 7.50 – 15.40 เซนติเมตร ปลายใบเว้าลึก 1.10 – 5.10 เซนติเมตรหรือประมาณ 1/3–1/2 ของความยาวใบและแยกออกเป็น 2 แฉก ปลายแฉกโค้งมนห่างกัน 2.80 – 8.00 เซนติเมตร โคนใบเว้ารูปหัวใจ ขอบใบขนเล็กน้อย เส้นใบแตกออกจากโคนใบ 9 –14 เส้น ปลายสุดของเส้นกลางใบยื่นเลยจากขอบใบเป็นติ่งแหลมเล็กยาว 0.20–0.30 เซนติเมตร ด้านบนใบมีสีเขียว หรือมีคิวทินปกคลุมเห็นเป็นสีขาวเด่นชัด มีขนสั้นสีขาวสปกคลุมทั่วไป มีขนแข็งเอนเล็กน้อย โคนใบมีสีเขียวอมน้ำตาล มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ด้านล่างใบเห็น เส้นใบชัดเจน มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนกระจายทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณเส้นใบและโคน ใบมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ก้านใบ ยาวประมาณ 3.00 – 3.50 เซนติเมตร มีสีเขียว มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวปกคลุมปานกลาง โคนก้านใบมีสีน้ำตาล มีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น หูใบ มีขนาดเล็กสีเขียว 2 คู่ คู่ที่อยู่ด้านในมีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆผิวเรียบมัน คู่ที่อยู่ด้านนอกคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลมและมีขนสั้นสีน้ำตาลปกคลุม

ดอก เป็นแบบช่อกระจุก ออกที่ปลายกิ่งหรือด้านข้างยาว 3–6 เซนติเมตร ก้านดอกย่อย ยาว 0.80–1.30 เซนติเมตรมีขนสั้นสีขาวสปกคลุม ใบประดับและใบประดับย่อย รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมปลายเรียวแหลม ยาว 0.20 – 0.50 เซนติเมตร มีขนสีขาวสปกคลุม ดอกตูม มีสีเขียว รูปร่างคล้ายทรงกระบอกปลายเรียวแหลมหรือคล้ายกระบอกปลายมีสัน 5 สันเด่นชัด ยาว 2.10 – 4.80 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสปกคลุมหนาแน่น ช่อดอก 1 ช่อประกอบด้วยดอกตูม 2 –17 ดอก ฐานดอก สีเขียวรูปร่างคล้ายทรงกระบอกยาว 1.60 – 4.00 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสหรือน้ำตาลประปราย กลีบเลี้ยง แยกออกจากกันเป็น 2 – 5 ส่วน ยาว 3.40 – 6.10 เซนติเมตร ผิวด้านนอกสีเขียว มีขนสั้นสีขาวสและขนแข็งเอนสีขาวสน้ำตาลปกคลุมทั่วไป โดยเฉพาะตรงชอกมีขนหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ผิวด้านในเรียบสีขาวหรือเขียวอ่อน ประกอบด้วยเซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงไม่เป็นระเบียบ มีขนสั้นสีขาวสกระจายทั่วไป กลีบดอก มี 5 กลีบรูปช้อนสีแดง ขอบหยักสีขาวหรือขาวอมเหลือง ขนาด 0.60 – 2.30 x 2.70 – 5.00, 1.20 – 2.90 x 2.80 – 5.50, 0.60 – 2.20 x 2.30 – 5.30, 0.50 – 1.70 x 2.50 – 4.40 และ 0.50 – 1.70 x 2.20 –4.60 ตามลำดับ มีแต้มสีเหลืองกลางกลีบที่ 2 ซึ่งเป็นกลีบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ผิวกลีบดอกด้านบนเรียบไม่มีขน ผิวด้านล่างมีขนสีขาวสกระจายทั่วไป พบขนแข็งเอนบ้างเล็กน้อย เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 5,000 เท่าและ 7,500 เท่า พบว่าผิวกลีบดอกประกอบด้วยเซลล์ที่มีสันนูนคดงอหรือเรียงเป็นแนวนานกันขนาด 0.30-0.50 ไมครอน ก้านกลีบดอก สีเขียวอ่อน ตรงโคนสีม่วงแดง ยาว 1.30 – 3.70 เซนติเมตร ผิวด้านในมีขนสีขาวสปกคลุมค่อนข้างมาก

เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 3 อัน ก้านชูอับเรณู สีเขียวอ่อน โคนสีแดงอมม่วง ผิวเรียบมันไม่มีขน ยาว 2.20 – 5.80 เซนติเมตร ติดกับอับเรณูแบบ versatile ที่ตำแหน่งซึ่งทำให้อัตราส่วนของอับเรณูด้านที่มีร่องต่อด้านที่ไม่มีร่องเท่ากับ 0.70 – 0.88 อับเรณู ค่อนข้างตรงสีเขียวอ่อนยาว 0.90–1.90 เซนติเมตร และแตกตามแนวยาว เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,500 เท่า พบว่าผิวอับเรณูมีลักษณะเป็นตุ่มนูนคล้ายภูเขาปลายมนและมีสันนูน ขนาด 1.30 ไมครอนตามแนวยาวเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ผิวก้านชูอับเรณูมีลักษณะเป็นสันตามแนวยาวมีร่องระหว่างสันแต่ละสันกว้าง 6 – 7 ไมครอน เกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน มี 2 อัน สีเขียวอ่อนหรือสีขาว ขนาดเล็กยาว 0.10 – 0.20 เซนติเมตร

เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย เป็นตุ่มมีขนาดเล็กเห็นไม่เด่นชัด สีเขียวหรือน้ำตาลอมดำ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ามีลักษณะเป็นตุ่มปลายมนกว้างประมาณ 20-30 ไมครอน ก้านเกสรเพศเมีย

สีเขียวยาว 1.10 – 3.30 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนปกคลุมทั่วไป รังไข่ อยู่เหนือวงกลีบมีสีเขียวยาว ยาว 0.70 – 1.90 เซนติเมตร มีร่องตรงกลางตามแนวยาวเด่นชัด ปกคลุมด้วยขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนสีขาวหรือสีน้ำตาลหนาแน่น ก้านชูเกสรเพศเมีย มีสีเขียวยาว 1.20 – 2.60 เซนติเมตร มีขนสั้นสีขาวใสและขนแข็งเอนกระจายทั่วไป ออวุล มีสีเขียวยาว ผิวเรียบมัน จำนวน 1-6 ออวุล ติดอยู่ที่ผนังรังไข่ตามแนวตะเข็บ เมื่อใช้ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าขนบนรังไข่มีตุ่มนูน ขนาดเล็กปกคลุมทั่วไป

ฝัก แบนกว้าง มีสันตามแนวยาวเด่นชัด ปลายแหลมเป็นจะงอย ขนาด 2.50 – 3.00 x 12.00 – 18.50 เซนติเมตร ขณะฝักยังอ่อนมีสีเขียวและมีขนสั้นสีขาวใสปกคลุมทั่วไป เมื่อฝักแก่มีสีน้ำตาลเข้มและแตกออกความยาว เมล็ด มีรูปร่างค่อนข้างกลม แบน สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 – 1.70 เซนติเมตร จำนวน 1 – 5 เมล็ดต่อฝัก เมื่อใช้กล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 2,000 เท่า พบว่าผิวฝักมีขนสั้นๆและขนแข็ง เอนปกคลุมทั่วไป ผิวเมล็ดมีรูปพรุนขนาดเล็กๆประมาณ 2.00 – 3.60 ไมครอนกระจายทั่วไป

ระยะเวลาออกดอก	ตุลาคม ถึง กุมภาพันธ์
ระยะเวลาดิตฝัก	มกราคม ถึง เมษายน
การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ	พม่า มาเลเซีย

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาชีวภูมิรณวิทยาของชงโคดำในประเทศไทยโดยการสำรวจการกระจายพันธุ์ทั่วประเทศ พบว่าชงโคดำเป็นพืชที่เจริญอยู่บริเวณป่าดิบชื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 10-200 เมตร ในปัจจุบันพบชงโคดำในประเทศไทยเพียง 3 พันธุ์ กระจายพันธุ์อยู่เฉพาะภาคตะวันออกและภาคใต้เท่านั้น กล่าวคือ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีการกระจายพันธุ์กว้างขวางที่สุดทั้งในภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดระยองไปจนถึงจังหวัดตราด และภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดตรัง ส่วน *B. pottsii* var. *pottsii* มีการกระจายพันธุ์เฉพาะภาคใต้เท่านั้นพบตั้งแต่จังหวัดระนองลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี สำหรับ *B. pottsii* var. *mollissima* ซึ่งถูกจัดรวมเป็นพันธุ์เดียวกับ *B. pottsii* var. *velutina* นั้นพบเฉพาะในภาคใต้เช่นกัน แต่มักพบเจริญอยู่ในที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากๆในแถบจังหวัดชุมพรจนถึงจังหวัดพังงา ส่วน *B. pottsii* var. *decipiens* ซึ่งมีรายงานว่าเคยพบที่อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราดนั้น ไม่พบจากการสำรวจครั้งนี้

ลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ และดอกของชงโคดำ

ชงโคดำทั้ง 3 พันธุ์มีลักษณะวิสัยโดยทั่วไปเป็นไม้พุ่มหรือไม้กึ่งรอเลื้อยที่ไม่มีมือจับ ลำต้นและกิ่งมีสีน้ำตาลอมดำ กิ่งอ่อนมักมีขนสั้นนุ่มปกคลุม และมีช่องอากาศกระจายอยู่ทั่วไปเห็นชัดเจน ใบมีรูปร่างคล้ายไข่หรือค่อนข้างกลม ปลายแยกเป็น 2 แฉก โคนใบเว้ารูปหัวใจ เส้นใบแตกต่างจากโคนใบ 11-15 เส้น ใบอ่อนมีสีแดงหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวใบมีขนสั้นๆและขนแข็งเอนปกคลุม โดยเฉพาะบริเวณเส้นใบจะมีขนหนาแน่นที่สุด ลักษณะใบที่มีความแปรผันแตกต่างอย่างเด่นชัดของชงโคดำทั้ง 3 พันธุ์ก็คือ *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) มีใบค่อนข้างกลม มักจะมีความกว้างมากกว่าความยาว ผิวด้านบนใบบางใบมีคิวทินปกคลุมเห็นเป็นสีขาวเด่นชัด ขนที่ปกคลุมผิวใบค่อนข้างสั้นและมีสีขาวใสเป็นส่วนใหญ่ ส่วนใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีรูปร่างคล้ายรูปไข่เช่นเดียวกัน แต่ใบของ *B. pottsii* var. *pottsii* มีความยาวน้อยกว่าความกว้างเล็กน้อย มีขนสีน้ำตาลหรือสีม่วงอมแดงปกคลุมใบหนาแน่น ในขณะที่ใบของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มักมีความยาวมากกว่าความกว้างเด่นชัด และมีขนสีน้ำตาลปกคลุมใบหนาแน่นเช่นกัน

ลักษณะดอกของชงโคดำทั้ง 3 พันธุ์ แตกต่างกันเด่นชัดทั้งรูปร่างและสีสัน กล่าวคือ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะดอกโดยทั่วไปคล้ายคลึงกันมากทั้งรูปร่างลักษณะสีสันของดอกตูม รูปร่างลักษณะสีสันของกลีบเลี้ยงและกลีบดอก เกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ แต่มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดคือกลีบดอก *B. pottsii* var. *subsessilis* มีสีขาวและมีแฉกสีเหลืองตรงกลางกลีบดอกที่ 2 ในขณะที่กลีบดอก *B. pottsii* var. *pottsii* มีสีแดงขอบขาวและมีแฉกสีเหลืองตรงกลางกลีบดอกที่ 2 เช่นเดียวกัน สำหรับดอกของ *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) นั้นแม้จะมีกลีบดอกสีสันเหมือนกับ *B. pottsii* var. *pottsii* ทุกประการ แต่ก็มีรูปร่างแบบช่อนแตกต่างกันอย่างเด่นชัด นอกจากนี้รูปร่างลักษณะและสีสันของกลีบเลี้ยง เกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ก็มีความแตกต่างจากชงโคดำพันธุ์อื่นๆ อย่างชัดเจนอีกด้วย

ลักษณะฝักมีรูปร่างแบนปลายแหลมเป็นจะงอยคล้ายกัน แต่ฝักของ *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) มีสันหนาตามแนวยาวด้านบน ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* และ *B. pottsii* var. *subsessilis* ไม่มีสันที่ฝัก

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะรูปร่างใบ ลักษณะขนและคิวทินที่ปกคลุมผิวใบ ลักษณะรูปร่างของดอกตูม กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย และรูปร่างฝัก สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนก *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) แยกออกจากชงโคดำพันธุ์อื่นๆ ได้อย่างเด่นชัด ในขณะที่ *B. pottsii* var. *pottsii* กับ *B. pottsii* var. *subsessilis* นั้นสามารถจำแนกออกจากกันได้โดยใช้ลักษณะสีสันของกลีบดอก กลีบเลี้ยง รูปร่างลักษณะของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำ

เรณูของชงโคดำที่พบในประเทศไทยอยู่เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 เรณูเรียงตัวเกาะกันอยู่คล้ายรูปพีระมิด มีหัวแบบ isopolar มีช่องเปิดแบบ 3-colporate ลวดลายผิวมีลักษณะเป็นแบบ perforate และมักพบ granule กระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะเรณูของชงโคดำมีความแปรผันทั้งด้านรูปร่าง ขนาด ช่องเปิดและพื้นที่บริเวณหัว ทำให้สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 พันธุ์เช่นเดียวกับการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ และดอก โดยเรณูของ *B. pottsii* var. *subsessilis* มีลักษณะแตกต่างจากชงโคดำพันธุ์อื่นๆ อย่างเด่นชัด กล่าวคือมีรูปกลมแบน ค่า P/E ประมาณ

0.60-0.95 มีช่องเปิดสั้นมาก ทำให้มีพื้นที่บริเวณหัวขนาดใหญ่และไม่พบ verrucae เลย ส่วน *B. pottsii* var. *pottsii* มีรูปร่างกลมรีคล้ายรูปไข่ ค่า P/E ประมาณ 0.86-1.25 มีช่องเปิดค่อนข้างยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวเรณูแนว polar axis จึงทำให้มีพื้นที่บริเวณหัวขนาดปานกลาง และมักพบ verrucae 2 คู่เด่นชัด สำหรับ *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*) นั้นมีรูปไข่ค่อนข้างรี ค่า P/E ประมาณ 0.80-1.20 มีช่องเปิดยาวมากถึง 4/5 ของความยาวเรณูแนว polar axis จึงทำให้มีพื้นที่บริเวณหัวน้อยที่สุดและมักพบ verrucae 2-4 คู่เด่นชัด ดังนั้นลักษณะสำคัญของเรณูที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกชงโคดำคือ รูปร่างเรณู ลักษณะช่องเปิดพื้นที่บริเวณหัว ค่า polar field index และจำนวน verrucae

แบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำ

จากการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ที่มีลักษณะเป็น polymorphism 6 ระบบพบว่าแบบแผนไอโซไซม์ ACP, GOT, MDH และ SKDH ของ *B. pottsii* var. *pottsii* เหมือนกับ *B. pottsii* var. *subsessilis* และ *B. pottsii* var. *velutina* เหมือนกับ *B. pottsii* var. *mollissima* ในขณะที่แบบแผนไอโซไซม์ EST กับ PER ของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์แตกต่างกันอย่างชัดเจน แสดงว่าลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบที่พบในชงโคดำแต่ละพันธุ์มีความแปรผันระหว่างประชากรมากเพียงพอที่จะใช้ในการจำแนกชงโคดำแต่ละพันธุ์ออกจากกันได้อย่างเด่นชัด

การศึกษา numerical taxonomy ของชงโคดำ

การศึกษาวิชาอนุกรมวิธานของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่ม และการวิเคราะห์จัดจำแนก โดยใช้ข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวหรือใช้ข้อมูลทั้งหมดรวมกันพบว่าได้ผลสอดคล้องกันทั้ง 3 เทคนิค กล่าวคือสามารถจัดจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 *B. pottsii* var. *pottsii* กลุ่มที่ 2 *B. pottsii* var. *subsessilis* และกลุ่มที่ 3 *B. pottsii* var. *velutina* (*B. pottsii* var. *mollissima*)

ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกชงโคดำมี 4 ลักษณะ LBF, NSV, WLE และ LLE แต่พบว่าการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถจัดจำแนกประชากรชงโคดำได้อย่างเด่นชัดและยังมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากร

จากการวิเคราะห์จัดจำแนกค่อนข้างต่ำมากเพียง 47.80 เปอร์เซนต์เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบซึ่งเป็น vegetative character เพียงอย่างเดียวมาใช้ในการทำนายกลุ่มประชากรชงโคดำในประเทศไทย

ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกชงโคดำมี 11 ลักษณะ คือ RAF, WCA, LAN 1, LGY, LPCL 3 และ 5, RBR, LPE 2 และ 5, LCA และ LFI 2 สามารถใช้ในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัด โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จัดจำแนก 75.60 เปอร์เซนต์ ซึ่งสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจำแนกประชากรของชงโคดำในประเทศไทยได้

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกชงโคดำมี 8 ลักษณะ คือ DAP, PFI, LAP, SPO, DPA, WAP, DEA และ NVR สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มได้เช่นเดียวกัน แต่มีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จัดจำแนกเท่ากับ 68.90 เปอร์เซนต์ซึ่งน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูเพียงอย่างเดียวจึงยังไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการจำแนกประชากรชงโคดำในประเทศไทย

เมื่อใช้ทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูร่วมกันในการจัดจำแนกชงโคดำพบว่าลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกประกอบด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก 9 ลักษณะ คือ RAF, LPCL 2, 3 และ 4, LAN 1, LGY, LPE 5, PBR และ WCA กับลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู 7 ลักษณะ คือ DAP, LAP, NVR, WAP, DEA, SPO และ DPA สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัด โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จัดจำแนกเท่ากับ 83.10 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูซึ่งเป็น reproductive character จึงมีความเหมาะสมในการใช้จัดจำแนกประชากรชงโคดำในประเทศ

เมื่อใช้ทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูร่วมกันในการจัดจำแนกชงโคดำ พบว่าลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกประกอบด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ 4 ลักษณะ คือ NSV, LBF, LLE และ WLE ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก 9 ลักษณะคือ RAF, LPCL 3 และ 4, LAN 1, LGY, LPE 5, RBR, WPE 4 และ WCA และลักษณะสัณฐานวิทยาของ

เรณู 7 ลักษณะคือ DAP, LAP, NVR, VAP, DEA, SPO และ DPA สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มอย่างเด่นชัดเช่นกัน แต่มีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากการวิเคราะห์จำแนกสูงถึง 84.90 เปอร์เซนต์ แสดงว่าในการจัดจำแนกประชากรชงโคดำนั้น ควรจะใช้ทั้งลักษณะ vegetative character และ reproductive character ร่วมกัน

เมื่อใช้ค่า Rf ของแถบไอโซไซม์ 6 ระบบที่มีลักษณะแบบแผนไอโซไซม์เป็น polymorphism มาจำแนกชงโคดำ พบว่าลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกมี 12 ลักษณะคือ ACP 1-2, GOT 3, MDH 2, SKDH 1, EST 1, 3, 5, 6, 8 และ PER 7, 10 สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 4 กลุ่มอย่างเด่นชัด โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จัดจำแนกสูงสุดถึง 100 เปอร์เซนต์ แสดงว่าแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

เมื่อใช้ทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ทั้งหมด ร่วมกันในการจัดจำแนกชงโคดำก็พบว่าลักษณะที่มีความสำคัญในการจัดจำแนกประกอบด้วย ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก 3 ลักษณะคือ LPCL 3, RAF, LAN 2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู 2 ลักษณะคือ NVR, PFI และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 14 ลักษณะคือ ACP 1-2, EST 1, 8 GOT 1-3, MDH 2-3, PER 7, 10, 11, 14 และ SKDH 2 สามารถจัดจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มเช่นเดิม โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จำแนกสูงสุดเช่นกันคือ 100 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ลักษณะที่เป็น vegetative character, reproductive character และแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบร่วมกันแล้วสามารถจำแนกประชากรชงโคดำในประเทศไทยออกเป็น 3 พันธุ์

การเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำ ชงโคและกาหลง

การศึกษาเปรียบเทียบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำ ชงโคและกาหลงโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ่ง ใบ ดอก เรณู ฝักและเมล็ด รวมทั้งสิ้น 74 ลักษณะ มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่ม และการวิเคราะห์จัดจำแนก พบว่าได้ผลสอดคล้องกัน กล่าวคือสามารถจำแนกประชากรชงโคดำ ชงโค และกาหลง อยู่ในหน่วยอนุกรมวิธานเดียวกันคือระดับชนิด (species) และชงโคดำยังถูกจัดจำแนกเป็นกลุ่มย่อยในระดับต่ำกว่าชนิดอีก 3 กลุ่ม โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการวิเคราะห์จัดจำแนกสูงถึง

99.30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชงโคดำในประเทศไทยควรที่จะจัดจำแนกออกเป็น 3 พันธุ์ คือ 1. *B. pottsii* var. *pottsii* 2. *B. pottsii* var. *subsessilis* และ 3. *B. pottsii* var. *velutina* ส่วน *B. pottsii* var. *mollissima* นั้นจัดรวมเป็นพันธุ์เดียวกับ *B. pottsii* var. *velutina* ตามกฎของ ICBN ข้อที่ 3 ที่กำหนดให้พิจารณาชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชตามลำดับก่อนหลังของการตีพิมพ์ชื่อนั้นๆ (priority of publication)

จากการศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำในประเทศไทยครั้งนี้ทำให้ได้ข้อสรุปว่า ข้อมูลจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของลักษณะ reproductive characters เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางสถิติที่เหมาะสม สามารถใช้ในการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำทั้งในระดับชนิดและระดับต่ำกว่าชนิดได้ สำหรับการศึกษาโดยใช้ข้อมูลด้านไอโซไซม์ในครั้งนี้พบลักษณะที่เป็น polymorphism เพียง 6 ระบบเท่านั้น ดังนั้นจึงยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์มีความแตกต่างกันในระดับใด ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแบบแผนไอโซไซม์ระบบ EST และ PER นั้นมีความแปรผันค่อนข้างสูงและเป็นลักษณะสำคัญที่แยกชงโคดำทั้ง 4 พันธุ์ออกจากกันได้ค่อนข้างเด่นชัด ในขณะที่ไอโซไซม์ ACP, GOT, MDH และ SKDH มีแบบแผนค่อนข้างคงที่ และสามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนั้นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากแบบแผนไอโซไซม์ระบบอื่นๆหลายๆระบบซึ่งยังไม่ได้ทำการทดลองในครั้งนี้ จึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้การตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของชงโคดำในครั้งนี้มีความถูกต้องแน่นอนมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อนำข้อมูลจากการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบมาวิเคราะห์ร่วมกันก็สามารถจำแนกชงโคดำออกเป็น 3 กลุ่มเหมือนกับการใช้ลักษณะ reproductive character เพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาชีวอนุกรมวิธานของชงโคดำในครั้งนี้ทำให้เกิดความมั่นใจในการจำแนกพันธุ์ชงโคดำได้อย่างชัดเจนดังนั้นควรที่จะนำการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานมาใช้ในการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชสกุล *Bauhinia* ที่พบในประเทศไทยอีกหลายชนิด ซึ่งมีลักษณะบางประการคล้ายคลึงกันมากจนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการจัดจำแนกได้ เช่น *Bauhinia purpurea* Linn., *B. variegata* Linn. และ *B. blakeana* Dunn. ซึ่งเข้าใจกันว่าเป็นลูกผสมของ *B. purpurea* x *variegata* (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) หรือ *B. viridescens* var. *viridescens* Desv. กับ *B. viridescens* var. *hirsuta* K. & S.S. Larsen ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงแต่การมีหรือไม่มีขนหนาแน่นที่กิ่งอ่อน ใบ และช่อดอกเท่านั้น (Larsen, Larsen และ Vidal, 1984) และควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในระดับ DNA ด้วยเพื่อสนับสนุนผลการศึกษาในครั้งนี้

นอกจากนี้ควรนำเทคนิคการศึกษาด้านชีวอนุกรมวิธานมาช่วยตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพันธุ์ไม้บางกลุ่มของประเทศไทยที่ยังมีปัญหาในการจัดจำแนกทั้งในระดับวงศ์ ระดับสกุล ระดับชนิดและระดับต่ำกว่าชนิดอีกด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- โกสุม พิระมาน. 2522. วิธีเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะเรณูหรือสปอร์. ใน วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ. บทความประกอบการประชุมวิชาการ 2522. หน้า 201.
กรุงเทพ : บริษัท สารมวลชน จำกัด
- ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2538. การตรวจแยกสายพันธุ์พืชด้วยการใช้ isozyme pattern และ RAPD ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
- ต่อศักดิ์ สีลนันท. 2535. ไบโอซิสเทมาติกส์ของโคลงเคลงขน (Melastoma villosum Lodd.) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา ประเทพา. 2533. การศึกษานิเวศน์พันธุศาสตร์ของพืชสกุลถั่วแปบช้าง (Afigekia sp. Craib) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รสริน พลวัฒน์. 2539. ไบโอซิสเทมาติกส์ของประชากรเฟิร์นลิ้นงู (Pyrrosia eberhardtii (Christ) Ching ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมิต บุญเสริมสุข. 2530. การศึกษาเรณูของพรรณไม้วงศ์ Rhizophoraceae ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจิตรา จางตระกูล และคนอื่น ๆ .2534. หลักการและเทคนิคพื้นฐานในการศึกษา isozyme analysis กับพรรณไม้ป่า. กรุงเทพ : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรม ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุงกรมป่าไม้.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม. 2533. เทคนิคทางสถิติขั้นสูงสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS PC+ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์. 113 หน้า.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม. 2533. เทคนิคทางสถิติขั้นสูง สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS PC + เล่ม 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์. 124 หน้า .

ภาษาอังกฤษ

- Aly, M.A.M., Fjellstrom, R.G., Mc Granahan, G.M., and Parfitt, D.E. 1992. Origin of walnut somatic embryos determined by RFLP and isozyme analysis. Hort. Science 27 (1) : 61-63
- Anderson, S.T. 1960. Silicon oil as mounting medium for pollen grains. Geol. Surv. Denmark 4:1-24.
- Andrew, M.T. 1984. Isozyme from avocado cotyledons. J. Hered. 75: 300-302.
- Bassiri, A., and Rouhani, I. 1976. Identification of broad bean cultivars based on isozyme patterns. Euphytica 26 : 279-286.
- Baum, B.R. 1983. Morphometric relationships in *Hordeum vulgare* (Triticeae, Poaceae). II *Hordeum agriocrithon*, *H. distichum*, *H. lagunculiforme*, *H. spontaneum* and *H. vulgare* Can. J. Bot. 61 : 2023-2031.
- Baum, B.R., and Bailey, L.G. 1983. Morphometric relationships in *Hordeum vulgare* (Triticeae, Poaceae). I. *H. spontaneum*. Can.J.Bot. 61 : 2015-2022.
- Baum, B.R., and Bailey, L.G. 1984. Taxonomic studies in wall barley (*Hordeum murinum sensu lato*) and sea barley (*Hordeum marinum sensu lato*) II. Multivariate morphometrics. Can.J.Bot. 62:2754-2764.
- Bournival, B.L., and Korban, S.S. 1987. Electrophoretic analysis of genetic variation in the apple. Scientia Hort. 31: 233-243.
- Casas, A., Caballero, J., Valiente-Banuet, A., Soriano, J.A., And Da'vila P. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. Amer. J. Bot. 1999.
- Case, M.A., Mlodozieniec, H. T., Wallace, L.E., and Weldy, T.W. 1998. Conservation genetics and taxonomic status of the rare Kentucky lady's slipper : *Cypripedium kentuckyckense* (Orchidaceae) Amer. J. Bot. 85(12) : 1779-1786.
- Chmielewski, J.G., and Chinnappa, C.C. 1988. The genus *Antennaria* (Asteraceae: Inileae) in North America: multivariate analysis of variation pattern in *Antennaria rosea sensu lato*. Can. J. Bot. 66: 1583-1609

- Chuang, T.I., and Heckard, L.R. 1972. Seed coat morphology in *Cordylanthus* (Scrophulariaceae) and its taxonomic significance. Amer. J. Bot. 59:258-265.
- Conkle, M.T. Hodqskiss, P.D., Nunnaly, L.B., and Hunter, S.C. 1982. Starch gel electrophoresis of conifer seeds : a laboratory manual. General Technical Report PSW-64. U.S.D.A. Forest Service pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley.
- Conlein, M.E., and Smith, H.H. 1971. Peroxidase isozymes : A measure of molecular variation in ten herbaceous species of *Datura*. Amer. J. Bot. 58 : 688-696.
- Cousineau, J. C. and Donnelly, D. J., 1992. Genetic analysis of isoenzymes in raspberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (6) : 996-999.
- Craib, W.G. 1925-1931. Florae Siamensis Enumeratio. vol.1,3. Bangkok: Siam Society.
- Crawford, D.J. 1983. Phylogenetic and systematic interferences from electrophoretic studies, pp.257-287. Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Part A. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.
- Doebley, J.F., and Iltis, H.H. 1980. Taxonomy of *Zea* (Graminae). I. A subgeneric classification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67: 982-993.
- Downie, S.R., and McNeill, J. 1990. A note on the taxonomic status of *Euphrasia randii* (Scrophulariaceae). Can. J. Bot. 68: 1531-1535.
- Dunn, G., and Everitt, B.S. 1982. An introduction to mathematical taxonomy. Cambridge : the Press Syndiate of the University of Cambridge.
- Edwards, M.E., Dawe, J.C., and Ambruster, W.S. 1991. Pollen size of *Betula* in Northern Alaska and the interpretation of the quaternary vegetation records. Can. J. Bot. 69 : 1666-1672.
- Esau, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Ferguson, I.K. and Banks, H. 1994. Tetrad pollen in the subfamily Caesalpinoideae (Leguminosae) and its significance. Review of Palaeobotany and Palynology. 83 : 31 – 42.
- Fisher, 1927. Contributions to the Flora of Burma. Kew Bulletin. p.87 fig. 1: 10-13.
- Giussani, L.M., Martinez, A.J., and Collantes, M.B. 1996. Morphological variation associated with the environment in four dioecious Patagonian *Poa* species : the *Poa rigidifolia* complex Can. J. Bot. 74: 762-772.

- Gottlieb, L.D., and Ford, V.S. 1999. The status of *Clarkia australis* (Onagraceae). Amer. J. Bot. 86 (3) : 428-435.
- Green, R.L., Dudeck, A.E., Hannah, L.C., and Smith, R.L. 1981. Isoenzyme Polymorphism in *St. augustinegrass*. Crop Science 21 : 778-782.
- Guinet, Ph., and Ferguson, I.K. 1989. Structure, evolution, and biology of pollen in Leguminosae. In : C.H. Stirton and J.L. Zarucchi (Editors), *Advances in Legume Biology. Monogr. Syst. Bot. Mo. Bot. Gard.* 29:77-103.
- Hanks, S. and Fryxell, P.A. 1979. Palynological studies of *Gaya* and *Herissantai* (Malvaceae). Amer. J. Bot. 66: 494-501.
- Heard, S.B., and Semple, J.C. 1988. The *Solidago rigida* complex (Compositae) : a multivariate morphometric analysis and chromosome number. Can. J. Bot. 66: 1800-1807.
- Johnson, B.L., and Thein, T. 1970. Assessment of evolutionary affinities in *Gossypium* by protein electrophoresis. Amer. J. Bot. 57: 1081-1092.
- Jones, S.B., and Luchsingher, A.E. 1987. Plant Systematics 2nd. Singapore : B & Jo Enterprise Pte Ltd.
- Labrecgue, J., and Brouillet, L. 1995 Biosystematique du complexe de L' *Aster novi-belgii* (Asteraceae : Astereae) au Que'bec. Can. J. Bot. 74:162-188.
- Larsen, S.S. 1975. Pollen morphology of Thai species of *Bauhinia* (Caesalpinaceae). Grana 14 : 114-131
- Larsen, K. and Larsen, S.S. 1973. The Genus *Bauhinia* in Thailand. Natural History Bulletin of Siam Soceity. 25 : 1-15.
- Larsen, K., Larsen, S.S. and Vidal, J.E. 1984. Leguminosae-Caesalpinioideae. In : Flora of Thailand vol. 4 part 1, pp. 1-11, (eds. T.Smitinand and K. Larsen), Bangkok: The Tistr Press.
- Lawrance, G.H. 1967. Taxonomy of vascular plants. New York : The Macmillan Company.
- Menadue, Y., and Crowden, R.K. 1988. Multivariate analysis of variation in *Ranunculus decurus* (Hook.Fil.) Melville and *R. concinnus* (Hook.Fil.) Melville (Ranunculaceae). Botany Journal of Linnean Soceity 98 : 71-83.

- Messina, R., Testolin, R., and Morgante, M. 1981. Isozymes for cultivar identification in kiwifruit. Hort. Science 26 (7): 899-902.
- Nelson, A.D., and Elisens, W.J. 1999. Polyploid evolution and Biogeography in *Chelone* (Scrophulariaceae) : morphological and isozyme evidence. Amer. J. Bot. 86 (10) : 1484-1501.
- Norusis, M.J. 1985. SPSS/PC+ tables, advanced statistics. New York : Mc Graw - Hill Book Company.
- Oliver, L.J., and Rejon, M.R. 1980. The relationship between isozymes and ploidy level, its application to biogeographical studies of *Muscari atlanticum* (Liliaceae). Taxon 29 : 27-32.
- Padgett, D.J. 1998. Phenetic distinction between the dwarf yellow water-lilies : *Nuphar microphylla* and *N. pumila* (Nymphaeaceae). Can. J. Bot. 76 : 1755-1762.
- Padgett, D.J., Les, D.H., and Crow, G.E. 1998 Evidence for the hybrid origin of *Nuphar x Rubrodisca* (Nymphaeaceae). Amer. J. Bot. 85 (10) : 1468-1476.
- Palmer, C.L., and Parker, W.H. 1991. Phenotypic variation in Yukon populations of subalpine fir. Can. J. Bot. 69 : 1491-1500.
- Paris, C.A., and Windham, M.D. 1988. A biosystematics investigation of the *Adiantum pedatum* complex in Eastern North America. Systematic Botany. 13 (2) : 240-255.
- Parker, W.H., Maze, J., and Bradfield, G.E. 1981. Implication of morphological and anatomical variation in *Abies balsamea* and *A. lasiocarpa* (Pinaceae) from western Canada. Amer. J. Bot. 68 : 843-854.
- Pranom Chantaranothai. 1989. The taxonomy of *Eugenia* L. sensu lato (Myrtaceae) in Thailand. Doctoral dissertation, University of Dublin.
- Praqlowski, J., Nowicke, J.W., Raven, P.H., Skvarla, J.J., and Wagner, W.L. 1987. *Onagraceae juss. Onagreae* R.Raimann pro parte. World Pollen and Spore Flora, Stockholm. 55 pp.
- Quiros, C.F. 1980. Identification of alfalfa plants by enzyme electrophoresis. Crop Sci. 20: 262-264.

- Rehfeldt, G.E. 1999. Systematics and genetetic structure of *Ponderosae* taxa (Pinaceae) inhabiting the mountain islands of the Southwest. Amer. J. Bot. 86 (5) : 741-752.
- Reyes, L.M. and Collins, W.W. 1992. Genetic control of seven enzyme systems in *Ipomoea* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (6): 1000-1005.
- Reynold, J.F., and Crawford, D.J. 1980. A quantitative study of variation in the *Chenopodium atrovirens-desiccatum-pratericol* complex. Amer. J. Bot. 67:1380-1390.
- Robbins, R.r., Dickinsons, D.B., and Rhodes, A.M. 1979. Morphometric analysis of pollen from four species of *Ambrosia* (Compositae). Amer. J. Bot. 66: 539-545.
- Ruiz, A., and Maribona, R.H. 1983. Peroxidase isozyme analysis: a massive method of identification of sugar cane varieties. Proc. ISSCT. 19: 625-638.
- Sambrook, J., Fritsh, E.F., and Maniatis, T.1989. Molecular Cloning, A laboratory Manual, 2 nd. ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. U.S.A. p. 18.47-18.59.
- Schmitz, A.1973. Contribution palynologique a la taxonomie des Bauhinieae (Caesalpiniaceae). Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 43: 369-423.
- Semple, J.C., Chmielewski, J.G. and Brammall. R.A. 1990. A multivariate morphometric study of *Solidago nemoralis* (Compositae : Asteraceae) and comparison with *S.californica* and *S.sparsiflora*. Can. J. Bot. 68 : 2070-2082.
- Simpson, M.J.A., and Withers, L.A. 1986. Characterization of Plant Genetic Resources using isozyme electrophoresis : a guide to the Literature. IBPGR, Rome. 102 p.
- Skvaral, J.J., Raven, P.H., and Praglowski, J.1976. Ultrastructural Survey of Onagraceae pollen. In : I.K. Furguson and J.Muller (Editors), *The Evolutionary Significance of the Exine*. London: Academic. pp.447-479.
- Small, E., Crompton, C.W., and Brookes, B.S. 1981. The Taxonomic Value of Floral Characters in Tribe Trigonellae (Leguminosae), with special reference to Medicago National Research Council of Canada. 1576-1598.
- Smouse, P.E., and Saylor, L.C. 1973. Study of the *Pinus rigida-serotina* complex. Ann. Missuri Bot. Gard. 60:192-203.
- Sneath, P.H.A., and Sokal, R.R. 1973. Numerical Taxonomy. San Francisco : W.H. Freeman and Company.

- Solbrig, O.T. 1970. Principle and method of plant biosystematics. London: The Macmillan Company Gollier-Macmillan Limited.
- Speer, W.D. and Hilu, K.W. 1999. Relationships Between Two Intraspecific Taxa of *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae). I. Morphological Evidence. Systematic Botany. 23 (3) : 305-312
- Stace, C.A. 1989. Plant taxonomy and biosystematics. 2 nd. ed. London : Biddles Ltd., Guildford and King's Lynn.
- Standley, L.A. 1987. Taxonomy of the *Carex lenticularis* complex in eastern North America. Can. J. Bot. 65 : 673-686.
- Steenis, C.G.G.J. 1958. Flora Malaysiana. vol. 5. Netherlands : P. Noodhoff.
- Tanksley, S.D. and Orton, T.J. 1983. Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Part A. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. B. V. 516 p.
- Tanksley, S.D., and Rick, C.M. 1980. Genetics of esterases in species of *Lycopersicon*. Theor. Appl. Genet. 56: 209-219.
- Torres, A.M., Soost R.K., and Diedenhofen U. 1978. Leaf isozymes as genetic markers in citrus. Amer. J. Bot. 65 : 869-881.
- Vogler, D.W., Peretz, S., and Stephenson, A.G. 1999. Floral plasticity in an iteroparous plant : the interactive effects of genotype, environment, and ontogeny in *Campanula rapunculoides* (Campanulaceae). Amer. J. Bot. 86 (4) : 482-494.
- Wagner, C.K., and McDonald, M.B. 1982. Rapid laboratory tests useful for differentiation of soybean (*Glycine max*) cultivar. Seed Sci. & Technol. 10: 431-449.
- Warren, J. M. 1994. Isozyme variation in a number of populations of *Theobroma cacao* L. obtained through various sampling regimes. Euphytica 73 : 121-126.
- Werner, D.J. 1992. Catalase polymorphism and inheritance in peach. Hort. Science 27 (1) : 41-43.
- de Wit, H.C.D. 1956. A revision of Malaysian Bauhinieae. Reinwardtia 3: 403-406.
- Wolff, S.L., and Jefferies, R.L. 1987. Morphological and isozyme variation in *Salicornia europaea* (s.l.) (Chenopodiaceae) in northeastern North America. Can. J. Bot. 65 : 1410-1419.
- Zona, S. 1991. A morphometric and taxonomic evaluation of *Haenianthus* (Oleaceae). Can. J. Bot. 69:489-493.

ภาคผนวก

ตารางที่ 4.3 ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ฝัก และเมล็ดของขงโคดำ ชงโค และกาหลง

ลักษณะ (หน่วย)	ค่าต่ำสุด - ค่าเฉลี่ย - ค่าสูงสุด - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	<i>B. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>mollissima</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>velutina</i>	<i>B. purpurea</i>	<i>B. acuminata</i>
ใบ						
WLE (cm)	8.80-10.90-13.70-1.35	4.60-8.55-13.00-1.37	8.70-11.74-15.00-1.32	8.20-11.95-18.00-1.60	10.50-13.13-16.30-1.40	9.50-10.28-12.60-1.40
LLE (cm)	8.20-10.58-14.20-1.31	5.20-8.86-12.20-1.33	8.20-10.88-13.10-1.09	7.50-11.04-15.40-1.41	9.10-13.36-16.80-1.58	9.20-10.49-11.20-1.73
WBF (cm)	3.00-5.08-7.90-0.99	2.20-3.85-6.50-0.82	2.80-4.79-7.00-0.84	3.50-5.41-8.00-1.00	4.60-6.85-4.50-1.04	4.80-7.07-9.70-0.96
LBF (cm)	2.10-4.40-6.20-0.84	1.40-3.22-5.00-0.77	1.10-3.10-4.90-0.71	2.20-3.49-5.10-0.67	2.70-4.84-7.40-0.96	3.10-4.46-6.00-0.65
NSV (เส้น)	11.00-13.29-15.00-0.92	11.00-13.95-15.00-1.13	11.00-12.05-14.00-0.99	9.00-10.90-11.00-0.44	9.00-11.56-13.00-1.07	9.00-10.04-11.00-1.01
ดอก						
WCA (cm)	0.60-1.12-1.70-0.22	0.70-1.16-1.90-0.15	1.00-1.58-1.80-0.24	0.80-1.20-1.60-0.17	1.30-1.65-2.80-0.24	0.90-1.42-1.80-0.15
LCA (cm)	2.90-4.31-5.50-0.58	2.00-2.67-3.70-0.36	3.40-4.97-6.10-0.58	3.80-4.37-5.00-0.25	2.40-3.21-3.50-0.29	1.80-2.46-3.50-0.36
WPE 1 (cm)	0.70-1.45-2.20-0.28	0.60-1.01-1.50-0.17	0.60-1.45-2.30-0.27	0.60-1.18-1.80-0.27	1.10-1.76-2.20-0.22	1.30-2.30-3.20-0.35
WPE 2 (cm)	1.10-2.16-2.80-0.35	0.80-1.57-2.20-0.22	1.20-2.03-2.80-0.33	1.30-2.01-2.90-0.30	1.10-1.62-2.00-0.18	1.30-2.34-3.20-0.36
WPE 3 (cm)	0.70-1.41-2.00-0.26	0.60-0.99-1.70-0.18	0.90-1.46-2.20-0.28	0.60-1.16-1.90-0.27	1.10-1.79-2.20-0.21	1.30-2.32-3.20-0.36
WPE 4 (cm)	0.40-0.97-1.60-0.20	0.40-0.74-1.30-0.16	0.50-1.01-1.70-0.20	0.40-0.80-1.30-0.23	1.10-1.76-2.20-0.21	1.30-2.29-3.30-0.35
WPE 5 (cm)	0.40-0.97-1.40-0.19	0.30-0.74-1.40-0.16	0.50-1.00-1.70-0.21	0.40-0.80-1.30-0.23	1.10-1.75-2.20-0.19	1.30-2.28-3.20-0.34
LPE 1 (cm)	2.60-4.74-6.40-0.76	2.00-3.81-5.40-0.48	2.70-3.71-5.00-0.46	2.80-3.35-4.00-0.26	4.00-6.12-7.00-0.63	3.00-3.78-5.20-0.59
LPE 2 (cm)	2.60-4.91-6.90-0.85	2.20-3.71-4.80-0.42	2.90-3.93-5.50-0.51	2.80-3.44-4.30-0.26	4.00-5.84-7.00-0.60	3.00-3.85-5.20-0.66
LPE 3 (cm)	3.00-4.68-6.30-0.71	2.10-3.83-5.10-0.47	2.30-3.72-5.30-0.50	2.80-3.35-4.00-0.24	4.20-6.13-7.00-0.63	3.00-3.82-5.20-0.63
LPE 4 (cm)	2.90-4.89-6.90-0.85	2.30-3.96-5.60-0.51	2.50-3.42-4.40-0.42	2.50-3.34-4.00-0.28	3.90-6.29-7.20-0.66	3.00-3.76-5.40-0.62

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลักษณะ (หน่วย)	ค่าต่ำสุด - ค่าเฉลี่ย - ค่าสูงสุด - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน						
	<i>B. pottii</i> var. <i>pottii</i>	<i>B. pottii</i> var. <i>subsessilis</i>	<i>B. pottii</i> var. <i>mollissima</i>	<i>B. pottii</i> var. <i>velutina</i>	<i>B. purpurea</i>	<i>B. acuminata</i>	
LPE 5 (cm)	2.80-4.92-6.50-0.77	2.40-3.95-5.30-0.50	2.50-3.45-4.60-0.44	2.20-3.33-4.00-0.30	4.30-6.31-7.30-0.64	2.80-3.72-5.40-0.62	
LPCL 1 (cm)	0.90-1.53-2.50-0.29	0.10-0.31-0.70-0.13	1.80-2.49-3.70-0.39	1.90-2.42-3.10-0.26	0.50-0.86-1.20-0.17	0.00-0.00-0.00-0.00	
LPCL 2 (cm)	0.80-1.45-2.00-0.27	0.10-0.30-0.90-0.12	1.30-2.34-3.60-0.43	1.60-2.44-3.20-0.30	0.50-1.03-1.20-0.16	0.00-0.00-0.00-0.00	
LPCL 3 (cm)	1.00-1.52-2.20-0.26	0.10-0.30-0.80-0.12	1.50-2.45-3.50-0.38	1.70-2.41-3.10-0.26	0.50-0.85-1.10-0.14	0.00-0.00-0.00-0.00	
LPCL 4 (cm)	0.70-1.33-2.20-0.28	0.10-0.25-0.60-0.12	1.50-2.57-3.60-0.42	1.60-2.30-2.90-0.29	0.10-0.46-0.70-0.12	0.00-0.00-0.00-0.00	
LPCL 5 (cm)	0.50-1.31-2.20-0.28	0.00-0.24-0.50-0.10	1.50-2.52-3.50-0.39	1.50-2.29-2.80-0.29	0.10-0.46-0.80-0.13	0.00-0.00-0.00-0.00	
LAN 1 (cm)	1.00-1.23-1.80-0.14	0.40-0.83-1.20-0.13	1.00-1.41-1.90-0.14	0.90-1.20-1.40-0.13	0.60-0.74-0.90-0.08	0.14-0.44-0.50-0.05	
LAN 2 (cm)	0.80-1.21-1.90-0.18	0.40-0.81-1.10-0.11	1.00-1.40-1.90-0.14	1.00-1.20-1.50-0.12	0.60-0.74-0.90-0.07	0.40-0.45-0.50-0.05	
LAN 3 (cm)	0.80-1.23-1.80-0.17	0.30-0.82-1.20-0.12	1.00-1.41-1.90-0.14	1.00-1.20-1.50-0.13	0.60-0.75-0.90-0.08	0.40-0.45-0.50-0.05	
LFI 1 (cm)	2.30-4.96-6.90-0.96	2.20-4.19-5.60-0.57	2.20-4.53-5.70-0.62	3.10-4.19-5.10-0.40	3.70-4.76-5.50-0.37	1.60-2.27-2.40-0.24	
LFI 2 (cm)	2.30-4.88-6.50-0.94	2.10-4.13-5.50-0.58	2.60-4.52-5.80-0.57	2.80-4.16-5.00-0.38	3.70-4.76-5.30-0.35	1.80-2.30-2.70-0.21	
LFI 3 (cm)	2.30-4.88-6.90-0.94	2.00-4.00-5.50-0.55	2.70-4.51-5.50-0.52	2.80-4.18-5.10-0.38	3.80-4.76-5.50-0.37	1.80-2.29-2.70-0.22	
RAF	1.00-1.10-1.20-0.05	1.59-1.72-1.81-0.04	0.70-0.79-0.88-0.05	0.70-0.75-0.80-0.02	1.88-1.99-2.21-0.07	0.20-0.25-0.28-0.02	
LSTY (cm)	1.20-3.30-4.60-0.69	1.20-2.58-3.50-0.35	1.60-2.65-3.30-0.39	1.10-2.53-3.30-0.35	1.20-1.76-2.10-0.19	1.00-1.70-2.0-0.19	
LOV (cm)	0.70-1.26-1.80-0.19	0.50-0.85-1.50-0.15	0.70-1.29-1.90-0.20	0.80-1.23-1.50-0.12	0.90-1.09-1.30-0.08	0.60-0.91-1.10-0.09	
LGY (cm)	1.10-2.15-2.60-0.30	0.80-1.26-1.80-0.19	1.20-2.03-2.60-0.24	1.00-1.58-2.10-0.28	1.30-1.96-2.30-0.22	0.80-1.04-1.70-0.23	
LRE (cm)	2.10-2.99-4.20-0.46	1.30-2.11-3.20-0.38	1.80-2.96-4.00-0.57	1.60-2.62-4.00-0.40	1.10-1.34-1.60-0.12	0.30-0.48-0.70-0.09	
NBU (ดอก)	4.00-18.14-35.00-5.94	23.00-34.79-63.00-9.85	2.00-4.12-7.00-1.43	3.00-7.26-17.00-3.83	4.00-10.76-15.00-2.40	4.00-6.58-8.00-1.28	
LBU (cm)	2.10-3.08-4.50-0.51	1.40-2.24-3.50-0.40	2.20-3.50-4.80-0.59	2.10-3.05-4.60-0.42	2.10-2.61-4.40-0.38	1.40-2.04-3.50-0.50	
RBR (cm)	1.00-1.03-1.18-0.03	1.00-1.06-1.22-0.04	1.05-1.19-1.42-0.07	1.04-1.17-1.43-0.07	1.80-2.54-3.10-0.26	3.00-4.29-6.00-0.72	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลักษณะ (หน่วย)	ค่าต่ำสุด - ค่าเฉลี่ย - ค่าสูงสุด - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	<i>B. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>subsessilis</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>mollissima</i>	<i>B. pottsii</i> var. <i>velutina</i>	<i>B. purpurea</i>	<i>B. acuminata</i>
NFST	3.00-3.00-3.00-0.00	3.00-3.00-3.00-0.00	3.00-3.00-3.00-0.0	3.00-3.00-3.00-0.00	3.00-3.00-3.00-0.00	10.00-10.0-0.00-10
ราก						
TRA (μ)	97.00-126.66-148.00-12.73	97.00-117.40-133.00-8.34	92.00-114.70-128.00-9.15	82.00-111.94-133.00-12.65		
DPA (μ)	49.00-63.59-74.00-6.40	49.00-58.83-68.00-4.46	46.00-57.50-64.00-4.65	41.00-56.12-67.00-6.22	80.00-81.72-85.00-1.309	85.00-90.50-95.00-1
DEA (μ)	51.00-58.67-82.00-5.35	54.00-68.62-82.00-5.14	50.00-55.65-64.00-3.36	42.00-53.51-68.00-4.02	60.00-61.56-65.00-1.459	85.00-90.50-95.00-1
DAP (μ)	15.00-28.94-56.00-11.67	56.00-90.65-113.00-10.03	8.00-17.61-31.00-5.23	8.00-16.50-31.00-4.93	14.00-15.48-18.00-0.8142	0.00-0.00-0.00-0.0
PFI	0.21-0.49-1.00-0.19	0.92-1.32-1.81-0.13	0.14-0.32-0.60-0.09	0.17-0.31-0.60-0.08	0.17-0.19-0.21-0.01	0.00-0.00-0.00-0.0
WAP(μ)	3.00-7.54-16.00-2.65	8.00-21.73-49.00-7.75	3.00-8.89-16.00-3.47	3.00-8.65-15.00-2.41	12.00-12.46-13.00-0.50	0.00-0.00-0.00-0.0
LAP (μ)	26.00-48.93-67.00-9.96	3.00-11.54-31.00-4.37	22.00-48.15-59.00-6.14	26.00-47.58-58.00-6.87	70.00-74.52-76.00-1.73	0.00-0.00-0.00-0.0
NVR	2.00-2.00-2.00-0.00	0.000-0.00-0.00-0.00	2.00-2.68-4.00-0.35	2.00-2.54-4.00-0.14	0.00-0.00-0.00-0.00	0.00-0.00-0.00-0.0
ฝัก						
WPOD(cm)	14.00-14.52-15.00-0.5047	11.00-16.64-22.00-3.36	11.00-14.50-18.00-1.65	12.00-14.70-18.00-1.89	22.00-24.68-26.00-1.00	9.00-9.84-11.00-0.1
LPOD(cm)	3.00-3.05-3.20-7.351E-02	2.70-3.09-3.70-0.3434	2.50-2.70-6.131E-02	2.50-2.56-3.00-0.1594	2.00-2.22-2.50-0.931	1.50-1.58-1.70-8.142E
เมล็ด						
WSEE (cm)	1.60-1.66-1.70-4.986E-02	1.60-1.65-1.70-5.047E-02	1.60-1.67-1.70-4.785E-02	1.60-1.66-1.70-5.014E-02	1.50-1.57-1.60-4.712E-02	1.10-1.18-1.20-4.185E
LSEE (cm)	1.40-1.44-1.50-5.014E-02	1.40-1.44-1.50-4.986E-02	1.40-1.44-1.50-5.014E-02	1.40-1.44-1.50-4.849E-02	1.20-1.27-1.30-4.712E-02	0.60-0.68-0.70-3.88E
NSEE (เมล็ด)	1.00-3.55-4.00-1.64	2.00-6.12-8.00-1.88	1.00-3.32-5.00-1.30	1.00-3.54-5.00-1.43	10.00-11.78-15.00-2.18	9.00-9.70-11.00-0.1

ตารางที่ 4.4 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัยของ
ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย.

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	3.240	46.279	46.279
2	2.661	38.014	84.293

ตารางที่ 4.5 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน)
และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ
ชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor		Communality
	1	2	
WLE	.924	.186	0.889
HLE	.868	-.434	0.942
HUE	.868	-.434	0.942
LLE	.855	.386	0.880
WBF	.778	.357	0.733
NSV	-.704	.462	0.709
LBF	.364	.820	0.805

ตารางที่ 4.6 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน)
จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor	
	1	2
HLE	.948	.208
HUE	.948	.208
NSV	-.838	-8.267E-02
LBF	-.232	.867
LLE	.423	.838
WBF	.381	.767
WLE	.602	.726

ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ
ชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2 ซึ่งมีค่าไอเกน
มากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	4.250	84.5	84.5	.900	.102	1010.790	32	.000
2	.650	12.9	97.4	.628	.535	276.989	21	.000
3	.123	2.4	99.8	.331	.882	55.408	12	.000
4	.009	.2	100.0	.096	.991	4.073	5	.539

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2

Variable	Function			
	1	2	3	4
LBF	.596	1.279	-.462	-.134
LLE	-.103	-1.253	.480	1.962
NSV	.794	-.034	.626	-.108
WLE	-.827	.895	.452	-1.457

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการการจัดจำแนก

Variable	Function			
	1	2	3	4
LBF	.042	.847*	.084	.523
WBF _a	-.348	.481*	.357	.050
NSV	.656	-.061	.730*	-.183
WLE	-.507	.499	.692*	.123
LLE	-.338	.425	.560	.626*

* แสดงว่า ลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก
a แสดงว่า ลักษณะนั้นไม่น่าไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซนต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้
ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50	28 (56%)	15 (30%)	7 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2	50	18 (36%)	20 (40%)	10 (20%)	2 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3	50	1 (2%)	7 (14%)	29 (58%)	7 (14%)	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)	3 (6%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	5 (10%)	9 (18%)	19 (38%)	15 (30%)	1 (2%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)
5	50	0 (0%)	3 (6%)	3 (6%)	11 (22%)	30 (60%)	1 (2%)	0 (0%)	2 (4%)	0 (0%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	3 (6%)	0 (0%)	1 (2%)	16 (32%)	12 (24%)	5 (10%)	13 (26%)
7	50	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)	0 (0%)	1 (2%)	11 (22%)	12 (24%)	10 (20%)	12 (24%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (4%)	0 (0%)	31 (62%)	17 (34%)
9	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	19 (38%)	30 (60%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 47.8 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.11 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	15.300	37.316	37.316
2	8.408	20.508	57.824
3	5.811	14.173	71.997
4	4.215	10.281	82.277
5	1.569	3.827	86.105

ตารางที่ 4.12 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของดอกในแกนปัจจัย
(ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor					Communality
	1	2	3	4	5	
HOV	.978	-.116	-8.021E-02	-3.443E-02	-8.659E-02	0.986
LPCL 5	.972	-3.317E-02	-8.322E-02	2.877E-02	-1.943E-02	0.955
LPCL 4	.970	-3.206E-02	-7.382E-02	2.367E-02	-1.075E-02	0.947
LPCL 3	.968	2.016E-02	-.130	2.254E-02	-8.406E-02	0.963
LPCL 1	.967	5.553E-03	-.124	4.292E-02	-7.331E-02	0.956
RAF	-.957	2.280E-02	.139	9.489E-02	.125	0.959
LPCL 2	.955	-1.062E-02	-.163	5.541E-02	-.112	0.954
CFI	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
SPE	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
CAN	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
CBU	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
SSTI	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
CSTI	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981
CSTY	.889	-.414	4.001E-02	.132	-8.475E-03	0.981

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

Variable	Factor					Communality
	1	2	3	4	5	
NBU	-.886	2.741E-02	3.477E-02	6.428E-02	5.418E-02	0.793
LCA	.883	.283	-1.782E-02	-.117	2.739E-02	0.875
CPE	-.879	-.221	.191	.204	.152	0.922
LAN 2	.834	.188	1.670E-02	-.325	.147	0.859
LAN 1	.824	.234	1.330E-03	-.312	.156	0.855
LAN 3	.822	.205	3.391E-02	-.361	.146	0.870
LBU	.731	.306	-6.813E-03	-.223	.193	0.716
LOV	.724	.366	-.127	-8.544E-02	-6.919E-02	0.686
RBR	.598	-.438	7.883E-02	.199	2.884E-02	0.597
LRE	.568	.490	-4.813E-02	-.308	.180	0.692
LGY	.542	.504	-.173	-.281	.158	0.682
LPE 2	3.858E-02	.916	-3.712E-02	-1.493E-02	-9.356E-02	0.852
LPE 3	-.134	.893	1.560E-02	3.181E-03	-.151	0.839
LPE 1	-.134	.887	-7.686E-03	-1.863E-02	-.177	0.837
LPE 5	-.289	.855	-4.900E-02	-3.411E-02	-.251	0.882
LPE 4	-.297	.831	-7.592E-02	-2.543E-02	-.250	0.848
LSTY	4.193E-02	.723	-.244	2.998E-02	6.831E-03	0.586
LFI 1	.170	.677	-.366	.432	.302	0.900
LFI 2	.199	.671	-.330	.448	.303	0.891
LFI 3	.276	.656	-.356	.399	.283	0.872
WPE 1	.509	.642	.387	7.293E-02	-9.238E-02	0.834
WPE 3	.543	.620	.388	8.691E-02	-1.330E-02	0.838
WPE 5	.413	.575	.523	.206	-9.063E-02	0.825
WPE 2	.567	.575	.138	.152	-.312	0.792
WPE 4	.417	.564	.535	.203	-9.349E-02	0.828
WCA	.505	4.478E-02	.552	.102	.397	0.730
RBU	.450	-.457	-.318	.181	-.524	0.820

ตารางที่ 4.13 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของดอกในแกนปัจจัย
(หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยา
ของดอกชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor				
	1	2	3	4	5
CFI	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
SPE	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
CAN	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
CBU	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
SSTI	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
CSTI	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
CSTY	.948	.253	2.869E-02	-8.795E-02	9.688E-02
HOV	.826	.528	.139	2.415E-02	-7.662E-02
LPCL 5	.797	.521	.176	.128	-2.657E-02
LPCL 2	.795	.495	.171	.163	-.147
LPCL 4	.791	.524	.178	.123	-1.498E-02
LPCL 3	.774	.536	.197	.155	-.112
LPCL 1	.772	.545	.185	.137	-9.952E-02
RBR	.750	3.608E-02	-2.967E-02	-9.951E-02	.148
RAF	-.747	-.592	-.151	-5.613E-02	.155
RBU	.707	-8.207E-02	-.148	-.115	-.527
NBU	-.694	-.526	-.181	-3.336E-02	4.099E-02
LPE 5	-.625	.110	.485	.350	-.348
LPE 4	-.616	9.650E-02	.453	.355	-.358
LAN 3	.399	.807	.213	2.104E-02	.112
LAN 1	.405	.791	.218	8.461E-02	.104
LAN 2	.431	.786	.203	4.231E-02	.108
LRE	8.004E-02	.745	.268	.233	6.105E-02
LGY	6.993E-02	.733	.203	.312	-2.214E-02
CPE	-.533	-.712	-.228	-.138	.244
LUB	.326	.709	.240	.181	.127
LCA	.513	.680	.336	.189	-4.052E-03
LOV	.373	.596	.316	.260	-.154

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

Variable	Factor				
	1	2	3	4	5
WPE 4	.122	.169	.861	.137	.159
WPE 5	.114	.171	.858	.152	.154
WPE 1	.114	.364	.804	.194	6.684E-02
WPE 3	.148	.382	.776	.220	.139
WPE 2	.253	.317	.710	.263	-.232
LPE 3	-.520	.192	.561	.406	-.228
LPE 2	-.407	.329	.559	.472	-.206
LPE 1	-.522	.204	.546	.394	-.262
LFI 1	-5.373E-02	.138	.199	.915	2.352E-02
LFI 2	-2.352E-02	.135	.229	.904	4.575E-02
LFI 3	2.898E-02	.208	.218	.883	1.510E-02
LSTY	-.298	.289	.286	.539	-.202
WCA	.352	.209	.393	-2.714E-02	.638

ตารางที่ 4.14 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา
ของดอกขงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5
ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	120.547	94.9	94.9	.996	.000	3496.084	88	.000
2	4.454	3.5	98.4	.904	.042	1388.750	70	.000
3	1.469	1.2	99.5	.771	.231	644.057	54	.000
4	.294	.2	99.7	.476	.569	247.273	40	.000
5	.134	.1	99.9	.344	.737	134.220	28	.000
6	.103	.1	99.9	.305	.835	79.101	18	.000
7	.053	.0	100.0	.225	.921	36.101	10	.000
8	.031	.0	100.0	.173	.970	13.350	4	.010

ตารางที่ 4.15 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน
จากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
RBR	-.223	.338	.213	.318	.090	.173	-.085	.244
LPCL 3	-.424	.280	-.330	.359	-.444	.314	.187	.153
LPCL 5	-.147	.320	.301	.188	.457	.016	.204	-.053
RAF	.880	.236	.223	.192	-.090	.289	.054	.003
LAN 1	-.205	-.112	.471	-.353	-.596	.230	.360	.289
LCA	-.179	.053	.150	-.168	.181	.794	-.519	-.367
LFI 2	.169	.047	.018	-.224	-.185	-.209	-.815	.813
LGY	.106	-.580	.443	.617	-.237	-.325	-.083	-.159
LPE 2	.020	-.462	.073	-.267	.463	-.036	-.119	-.740
LPE 5	.179	-.384	-.267	.256	.305	.105	.692	.792
WCA	-.013	.337	.553	-.194	.324	-.607	.213	.176

ตารางที่ 4.16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำ
ในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก เมื่อใช้
ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
RAF	.830*	.253	.230	.142	-.045	.342	.106	.017
LRE ^a	-.046	-.211*	.137	-.138	.147	.168	.000	.061
NBU ^a	-.007	-.086*	-.024	.006	-.052	.033	-.054	-.055
WCA	-.049	.168	.590*	-.243	.464	-.294	.148	.125
LAN 1	-.154	-.209	.517*	-.417	-.464	.317	.318	.196

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LAN 2 ^a	-.112	-.149	.389*	-.327	-.318	.214	.255	.146
LAN 3 ^a	-.109	-.090	.366*	-.353	-.295	.212	.280	.073
LOV ^a	-.029	-.184	.201*	-.022	.164	.156	-.028	.187
LGY	-.096	-.514	.477	.624*	-.136	-.147	-.199	-.064
LPCL 3	-.338	.030	.055	.396*	.069	.322	.072	.291
RBR	-.082	.360	.122	.383*	.136	.120	-.106	.143
LPCL 5	-.325	.153	.270	.369*	.237	.189	.024	.163
LPCL 4 ^a	-.270	.095	.191	.329*	.173	.188	.037	.188
LPCL 1 ^a	-.242	.007	.134	.329*	.128	.253	.055	.197
LPCL 2 ^a	-.244	.020	.066	.316*	.141	.237	-.005	.288
LPE 5	.042	-.499	-.009	.056	.531*	.315	.276	.519
LPE 3 ^a	.020	-.394	.167	-.035	.527*	.298	.086	.272
LPE 2	.000	-.459	.200	-.074	.519*	.292	-.003	.157
LPE 4 ^a	.041	-.449	.033	.017	.498*	.316	.164	.414
LPE 1 ^a	.066	-.396	.120	-.019	.497*	.323	.104	.286
WPE 2 ^a	.020	-.203	.142	-.061	.403*	.181	.046	.170
WPE 5 ^a	.000	-.135	.124	-.034	.367*	.110	.111	.281
WPE 4 ^a	-.028	-.152	.109	-.054	.359*	.066	.083	.222
WPE 1 ^a	.011	-.182	.181	-.108	.357*	.141	.096	.190
WPE 3 ^a	-.011	-.186	.231	-.102	.316*	.122	.071	.200
LCA	-.185	-.212	.402	-.125	.374	.588*	-.291	-.031
LBU ^a	-.072	-.118	.177	-.037	.193	.209*	-.035	.091
LFI 2	-.014	-.193	.124	-.021	.125	.061	-.567	.657*
LFI 3 ^a	-.003	-.174	.098	-.008	.135	.057	-.413	.550*
LFI 1 ^a	.001	-.171	.131	-.003	.078	.123	.447	.544*
LSTY ^a	-.066	-.175	.176	.004	.232	.260	-.120	.305*

* แสดงว่าลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่าลักษณะนั้นไม่น่าไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-5

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50	41 (82%)	8 (16%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2	50	12 (24%)	33 (66%)	5 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3	50	6 (12%)	8 (16%)	36 (72%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	33 (66%)	17 (34%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
5	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	11 (22%)	39 (78%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	39 (78%)	10 (20%)	0 (0%)	1 (2%)
7	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (16%)	38 (76%)	1 (2%)	3 (6%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	42 (84%)	7 (14%)
9	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	10 (20%)	39 (78%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 75.6 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.18 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสถานฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	7.278	66.168	66.168
2	2.224	20.222	86.389

ตารางที่ 4.19 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของเรณูในแกนปัจจัย
(ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสถานฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor		Communality
	1	2	
DAP	.987	1.944E-02	0.974
PAP	-.978	6.212E-02	0.960
TAP	.978	-6.212E-02	0.960
PFI	.975	-1.469E-02	0.950
LAP	-.945	.287	0.977
NVR	-.921	9.587E-02	0.858
DEA	.835	.219	0.745
WAP	.815	4.228E-02	0.667
SPO	.587	.348	0.465
TRA	2.927E-02	.986	0.974
DPA	2.699E-02	.986	0.973

ตารางที่ 4.20 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของเรณู ในแกนปัจจัย
(หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู
ชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor	
	1	2
DAP	.985	5.944E-02
PAP	-.979	2.243E-02
TAP	.979	-2.243E-02
PFI	.974	2.484E-02
LAP	-.956	.249
NVR	-.925	5.843E-02
DEA	.825	.253
WAP	.813	7.531E-02
SPO	.572	.371
TRA	-1.074E-02	.987
DPA	-1.301E-02	.986

ตารางที่ 4.21 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณู
ชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2 ซึ่งมีค่าไอเกน
มากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	23.647	77.7	77.7	.980	.002	2682.012	64	.000
2	5.620	18.5	96.1	.921	.056	1270.355	49	.000
3	.642	2.1	98.2	.625	.370	437.767	36	.000
4	.277	.9	99.1	.465	.608	219.192	25	.000
5	.122	.4	99.5	.330	.776	111.636	16	.000
6	.090	.3	99.8	.287	.871	60.897	9	.000
7	.054	.2	100.0	.226	.949	23.093	4	.000
8	.000	.0	100.0	.013	1.000	.071	1	.790

ตารางที่ 4.22 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DAP	.535	-.783	.290	.907	-1.944	2.691	-.875	-1.916
DEA	.033	.226	-.324	-.003	1.627	-.512	-.762	.442
DPA	.115	.439	.805	-.756	-.374	-1.563	-.115	-.590
SPO	.237	.911	-.122	-.170	-.064	.199	-.277	.005
LAP	-.224	.042	.053	1.527	.376	.1748	.297	.785
NVR	-.457	.278	-.194	-.297	-.310	.139	.677	-.188
PFI	.072	.640	-.414	.336	1.622	-1.589	1.511	2.310
WAP	.147	-.214	.444	-.448	.128	.725	.029	.456

ตารางที่ 4.23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DAP	.822*	-.069	-.034	.123	-.173	.044	.484	-.195
PFI	.741*	-.044	-.120	.125	-.356	-.121	.467	.243
LAP	-.617*	.270	.566	.416	.171	.087	-.121	.004
SPO	.359	.814*	-.260	-.166	.001	.201	-.266	.052
DPA	.013	.265	.856*	.230	.041	-.167	.230	-.248
TRA ^a	.004	.269	.847*	.220	.054	-.151	.224	-.225
WAP	.290	-.154	.487	-.616*	.067	.380	.169	.315
DEA	.284	.046	.079	-.031	.676*	.127	.302	-.588
NVR	-.504	.222	-.094	-.271	-.263	.183	.695*	-.168

* แสดงว่า ลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่า ลักษณะนั้นไม่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.24 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-2

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50	40 (80%)	9 (18%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2	50	8 (16%)	38 (76%)	4 (8%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3	50	11 (22%)	6 (12%)	33 (66%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	42 (0%)	6 (12%)	2 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
5	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (10%)	40 (80%)	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)	2 (4%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	20 (40%)	7 (14%)	5 (10%)	18 (36%)
7	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	27 (54%)	8 (16%)	14 (28%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	5 (10%)	35 (70%)	9 (18%)
9	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (6%)	7 (14%)	5 (10%)	35 (70%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 68.9 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.25 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	19.963	38.391	38.391
2	11.818	22.727	61.118
3	5.331	10.253	71.370
4	4.028	7.746	79.116
5	2.195	4.222	83.338
6	1.688	3.246	86.584

ตารางที่ 4.26 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของดอกและเรณูในแกนปัจจัย
(ก่อนการหมุนแกน) และค่า communalities จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ
สัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor						Communality
	1	2	3	4	5	6	
HOV	.982	-.151	-4.559E-02	-3.218E-02	-2.207E-02	3.397E-02	0.993
RAF	-.974	4.873E-02	.135	5.489E-02	6.021E-02	-3.349E-02	0.977
LPCL 3	.972	-2.035E-02	-1.006E-02	-9.196E-02	3.380E-02	4.400E-02	0.957
LPCL 1	.970	-3.484E-02	-1.129E-02	-8.468E-02	2.466E-02	2.022E-02	0.950
LPCL 5	.968	-7.701E-02	3.224E-02	-4.460E-02	6.553E-02	1.309E-02	0.950
LPCL 4	.964	-7.596E-02	3.662E-02	-3.563E-02	6.406E-02	5.704E-02	0.943
LPCL 2	.958	-5.017E-02	-2.112E-02	-.127	4.706E-02	7.966E-02	0.945
DAP	-.937	-8.922E-02	.222	6.489E-02	.116	-2.173E-02	0.953
PFI	-.932	-8.551E-02	.223	3.039E-02	9.316E-02	-4.840E-02	0.938
PAP	.921	.210	-.251	-6.080E-02	-.128	6.723E-03	0.977
CPE	-.921	-.210	.251	6.080E-02	.128	-6.723E-03	0.977
TAP	-.921	-.210	.251	6.080E-02	.128	-6.723E-03	0.977
LCA	.892	.246	3.190E-02	5.179E-02	9.260E-03	-.114	0.873
NBU	-.891	5.976E-02	2.575E-02	-9.493E-03	3.844E-02	-1.224E-03	0.799
LAP	.859	.227	-.372	9.664E-02	-2.361E-02	.135	0.956
SSTI	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
SPE	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
CAN	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
CBU	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
CFI	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
CSTI	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
CSTY	.856	-.466	.158	1.024E-03	8.230E-02	5.343E-02	0.984
NVR	.851	.215	-.264	-1.913E-02	-.132	1.065E-02	0.858
LAN 2	.845	.166	-.106	.243	1.697E-02	-.194	0.849
LAN 1	.836	.213	-.105	.228	3.253E-02	-.192	0.845
LAN 3	.834	.186	-.118	.271	-3.629E-03	-.211	0.862
DEA	-.792	3.427E-02	.143	.206	.142	5.078E-02	0.713
LOV	.742	.336	-2.205E-02	-6.747E-02	-5.999E-03	-5.422E-02	0.671

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

Variable	Factor						Communality
	1	2	3	4	5	6	
SPO	-.729	.530	-.144	-5.873E-02	-.151	-9.089E-02	0.868
LBU	.727	.268	7.383E-02	.133	.117	-.361	0.767
WAP	-.702	-.192	.223	.203	.228	3.057E-03	0.673
WPE 2	.586	.538	-.218	-4.977E-02	-.173	.272	0.786
LGY	.584	.500	-.209	1.848E-02	1.098E-02	-.241	0.693
LRE	.578	.466	-1.035E-02	.140	8.881E-02	-.383	0.725
RBR	.562	-.482	.207	-2.562E-02	8.005E-02	3.163E-02	0.599
LPE 2	7.522E-02	.906	8.470E-02	-8.705E-02	-4.806E-02	-2.039E-02	0.844
LPE 3	-.100	.887	.119	-7.772E-02	-9.495E-02	1.387E-02	0.826
LPE 1	-9.678E-02	.882	8.914E-02	-9.426E-02	-.116	1.010E-02	0.818
LPE 5	-.244	.865	7.898E-03	-.132	-.170	6.459E-02	0.858
LPE 4	-.254	.838	1.069E-02	-.158	-.152	5.078E-02	0.818
LSTY	7.404E-02	.718	-2.680E-02	-.190	.142	-6.082E-02	0.581
LFI 1	.187	.653	.113	-.346	.535	4.734E-02	0.883
LFI 2	.213	.643	.150	-.340	.518	4.663E-02	0.868
LFI 3	.295	.629	9.547E-02	-.337	.492	3.990E-02	0.850
WPE 1	.515	.598	.376	.168	-.184	9.808E-02	0.836
WPE 3	.545	.577	.372	.224	-9.079E-02	.102	0.837
WPE 5	.411	.532	.472	.241	-.167	.251	0.824
WPE 4	.414	.519	.490	.235	-.184	.231	0.823
RBU	.450	-.468	-.171	-.362	-9.776E-02	.384	0.740
WCA	.457	-7.967E-03	.518	.433	.136	-.164	0.711
DPA	-.123	.422	-.495	.563	.333	.332	0.976
TRA	-.128	.418	-.501	.557	.334	.333	0.974

ตารางที่ 4.27 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของดอกและเรณูในแกนปัจจัย
(หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของ
ดอกและเรณูของขงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor					
	1	2	3	4	5	6
PAP	.956	.148	.168	.103	1.944E-02	-2.529E-02
CPE	-.956	-.148	-.168	-.103	-1.944E-02	2.529E-02
TAP	-.956	-.148	-.168	-.103	-1.944E-02	2.529E-02
DAP	-.928	-.257	-.138	-6.416E-02	6.813E-03	4.472E-02
PFI	-.913	-.273	-.148	-6.203E-02	-3.602E-02	4.511E-02
LAP	.909	.145	.148	8.775E-02	.278	-5.140E-02
NVR	.900	.111	.162	7.158E-02	5.571E-02	-1.568E-02
RAF	-.880	-.423	-.134	-5.331E-02	3.733E-02	3.497E-02
HOV	.818	.545	.146	3.731E-02	-6.642E-02	-9.612E-03
LPCL 3	.811	.476	.194	.172	-7.134E-02	-1.108E-02
LPCL 1	.811	.478	.183	.153	-8.225E-02	7.241E-03
LPCL 2	.794	.494	.167	.182	-7.259E-02	-6.041E-02
WAP	-.791	-1.403E-02	-.106	-7.019E-02	.123	.123
LCA	.791	.242	.319	.199	-2.705E-02	.216
LAN 3	.791	.208	.219	2.167E-02	.129	.357
LAN 2	.786	.239	.213	4.480E-02	.117	.336
LAN 1	.785	.207	.223	8.388E-02	.122	.337
DEA	-.774	-.265	-3.621E-02	-4.847E-02	.189	7.134E-02
LPCL 5	.771	.539	.191	.150	-6.998E-02	4.521E-02
LPCL 4	.767	.537	.194	.145	-6.966E-02	5.590E-02
NBU	-.754	-.436	-.184	-3.904E-02	4.963E-02	-4.195E-02
LOV	.712	8.329E-02	.275	.264	-3.688E-02	9.662E-02
LGY	.704	-.185	.145	.256	6.724E-02	.268
LBU	.637	.166	.226	.225	-4.289E-02	.480
LRE	.596	-8.373E-02	.226	.261	2.046E-02	.493

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

Variable	Factor					
	1	2	3	4	5	6
SPO	-.395	-.839	-3.994E-02	5.569E-02	5.239E-02	-2.438E-03
CSTY	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
CSTI	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
SPE	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
SSTI	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
CAN	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
CBU	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
CFI	.532	.820	9.645E-02	-3.193E-02	-.135	7.065E-03
LPE 5	5.141E-03	-.787	.363	.320	2.772E-02	-6.518E-02
LPE 4	-9.804E-03	-.770	.332	.332	7.165E-03	-6.585E-02
RBR	.267	.702	3.537E-02	-5.512E-02	-.174	-1.377E-03
LPE 1	8.883E-02	-.690	.438	.376	9.107E-03	3.729E-02
LPE 3	6.774E-02	-.675	.459	.390	1.701E-02	5.324E-02
LPE 2	.228	-.607	.459	.450	2.641E-02	9.538E-02
WPE 4	.233	-1.748E-02	.864	.131	1.540E-02	6.756E-02
WPE 5	.235	-2.321E-02	.861	.145	4.481E-02	5.602E-02
WPE 1	.404	-9.359E-02	.780	.189	-2.273E-02	.138
WPE 3	.401	-2.546E-02	.769	.221	4.948E-02	.183
WPE 2	.515	-5.673E-02	.654	.264	-2.534E-02	-.138
LFI 1	.144	-.166	.168	.894	6.701E-02	3.764E-02
LFI 2	.152	-.141	.201	.884	4.334E-02	4.450E-02
LFI 3	.248	-.121	.184	.858	5.082E-02	3.846E-02
LSTY	.209	-.458	.200	.528	4.055E-02	7.935E-02
DPA	3.552E-02	-.277	3.779E-02	8.278E-02	.943	3.726E-02
TRA	3.338E-02	-.279	2.891E-02	8.270E-02	.942	3.177E-02
RBU	.365	.481	-.169	-7.177E-02	-.131	-.569
WCA	.111	.452	.491	1.288E-02	1.142E-03	.503

ตารางที่ 4.28 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา
ของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัย
ที่ 1-6 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	159.655	92.3	92.3	.997	.000	4297.892	128	.000
2	9.853	5.7	98.0	.953	.009	2080.795	105	.000
3	1.649	1.0	99.0	.789	.092	1040.005	84	.000
4	.789	.5	99.5	.664	.245	614.730	65	.000
5	.399	.2	99.7	.534	.437	360.887	48	.000
6	.217	.1	99.8	.422	.612	214.200	33	.000
7	.209	.1	99.9	.416	.745	128.379	20	.000
8	.110	.1	100.0	.314	.901	45.421	9	.000

ตารางที่ 4.29 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์
ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของขงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DAP	.614	-.244	-.064	.198	.617	-.780	.109	1.317
LAP	.264	.093	-.112	.006	1.310	-.144	-.153	1.669
NVR	-.243	.333	.022	.152	-.176	-.150	-.176	.075
RAF	.868	-.066	.165	.068	.223	.262	.022	-.162
LPCL 2	-.018	-.209	.369	.113	-.153	-.104	.416	.056
LPCL 3	-.383	-.061	-.061	-.089	.169	.528	-.015	-.120
WAP	.024	-.200	.038	-.387	-.323	.305	.212	.704
LAN 1	-.140	.007	.491	-.191	-.270	.007	.148	-.147
DEA	-.037	.009	.136	.218	.007	.598	-.222	.163
LPCL 4	-.126	-.156	.377	.091	.010	-.020	-.253	.089
LGY	.112	.347	.467	.458	.155	-.099	.619	.020
SPO	.118	.606	-.055	-.038	-.338	.107	-.137	.006
LPE 5	.109	.471	-.125	.118	-.052	.159	-.223	.316
RBR	-.217	-.231	.191	.123	.081	.316	0.15	-.023
DPA	-.152	.244	.218	-.786	-.531	-.036	.186	-1.251
WCA	-.070	-.269	.539	.051	-.012	-.219	-.523	.066

ตารางที่ 4.30 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของ
ขงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6.

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
RAF	.722*	-.074	.170	.014	.114	.406	-.037	-.244
LPCL 5 ^a	-.296*	-.130	.202	.144	.048	.240	.170	.108
LPCL 4	-.269*	-.139	.268	.186	.052	.206	.068	.148
SPO	.159	.523*	-.055	.114	-.401	.101	-.170	.075
LPE 5	.033	.342*	.018	.146	-.065	.237	-.173	.311
NVR	-.186	.285*	.072	.047	-.111	-.125	-.093	.075
LPE 4 ^a	.043	.260*	.022	.122	-.046	.240	-.121	.257
WCA	-.041	-.126	.543*	.064	-.032	-.144	-.527	.126
LAN 1	-.135	.116	.525*	-.220	-.218	.004	.080	-.151
LAN 2 ^a	-.114	.064	.393*	-.184	-.139	.006	.034	-.119
LAN 3 ^a	-.106	.043	.387*	-.233	-.106	.009	-.035	-.143
LCA ^a	-.051	.116	.298*	.067	-.088	.048	-0.045	.131
WPE 3 ^a	-.013	.088	.202*	.099	-.032	.088	-.173	.180
LOV ^a	-.052	.097	.177*	.095	-.100	.117	-.011	.085
LBU ^a	.004	.024	.149*	.027	-.028	.048	-.024	.094
LRE ^a	.022	.096	.123*	-.020	-.067	-.027	-.033	.097
DPA	.013	.187	.217	-.707*	.317	-.050	.137	.105
TRA ^a	.018	.201	.212	-.701*	.313	-.046	.134	.117
LAP	.225	.344	.113	-.486	.698*	.143	-.035	.009
PFI ^a	.259	-.244	-.047	.108	-.327	-.534*	.186	.298
LPCL 3	.293	-.062	.051	.152	.066	.352*	.202	.145
DEA	.109	-.036	.118	-.007	-.051	.309*	-.176	.298
RBR	-.069	-.253	.081	.162	.137	.298*	.031	-.009

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LPE 1 ^a	.024	.200	.085	.087	-.059	.277*	-.104	.192
LPE 3 ^a	-.016	.209	.116	.096	-.068	.264*	-.116	.192
LPE 2 ^a	-.034	.193	.134	.101	-.097	.261*	-.056	.147
LPCL 1 ^a	-.207	-.033	.075	.189	.000	.248*	.193	.129
WPE 2 ^a	-.009	.109	.072	.096	-.074	.169*	-.146	.160
LFI 1 ^a	-.084	.074	.074	.078	.020	.169*	.129	.111
LFI 2 ^a	-.116	.112	.058	.088	.023	.154*	.111	.100
LFI 3 ^a	-.085	.046	.049	.109	.026	.130	.082	.114
LGY	-.086	.317	.470	.383	.146	-.026	.630*	.098
LPCL 2	-.261	-.084	-.086	.148	.045	.281	.288*	.157
WPE 5 ^a	-.033	.060	.117	.157	-.035	.114	-.236*	.164
WPE 4 ^a	-.036	.065	.105	.138	-.056	.080	-.217*	.185
WPE 1 ^a	.020	.082	.138	.151	-.099	.104	-.208*	.176
NBU ^a	.036	.040	-.011	-.062	-.071	-.030	.112*	-.012
WAP	.104	-.189	.122	-.390	-.489	.258	.299	.490*
DAP	.310	-.245	.011	.081	-.301	-.387	.108	.411*
LSTY ^a	-.070	.073	.145	.050	-.009	.147	.004	.163*

* แสดงว่าลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่าลักษณะนั้นไม่น่าไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.31 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-6.

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50	38 (76%)	12 (24%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2	50	12 (24%)	37 (74%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3	50	8 (16%)	8 (16%)	34 (68%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	43 (86%)	7 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
5	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (12%)	44 (88%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	41 (82%)	7 (14%)	2 (4%)	0 (0%)
7	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)	46 (92%)	0 (0%)	0 (0%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	47 (94%)	1 (2%)
9	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	5 (10%)	44 (88%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 83.1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.32 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	21.204	35.939	35.939
2	13.304	22.549	58.488
3	5.458	9.250	67.738
4	4.257	7.215	74.953
5	2.946	4.994	79.947
6	2.175	3.686	83.632
7	1.639	2.779	86.411

ตารางที่ 4.33 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบ ดอก และเรณูในแกนปัจจัย
(ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ
สัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
HLE	.986	-.132	-3.052E-02	-1.236E-02	-2.350E-02	-3.010E-02	3.271E-02	0.993
HOV	.986	-.132	-3.052E-02	-1.236E-02	-2.350E-02	-3.010E-02	3.271E-02	0.993
HUE	.986	-.132	-3.052E-02	-1.263E-02	-2.350E-02	-3.010E-02	3.271E-02	0.993
RAF	-.977	2.809E-02	.120	2.999E-02	3.040E-02	6.843E-02	-4.280E-02	0.978
LPCL 3	.971	-3.240E-03	1.208E-02	4.782E-03	-.110	-1.889E-02	4.498E-02	0.957
LPCL 1	.968	-1.773E-02	1.473E-02	-7.877E-04	-.100	-3.446E-02	2.168E-02	0.950
LPCL 5	.967	-6.065E-02	6.542E-02	-1.405E-02	-8.608E-02	6.314E-03	3.600E-03	0.950
LPCL 4	.963	-5.966E-02	7.192E-02	-1.815E-02	-7.872E-02	4.430E-03	-3.960E-03	0.942
LPCL 2	.958	-3.295E-02	-5.571E-03	1.921E-02	-.142	-7.023E-03	7.660E-02	0.945
DAP	-.938	-.112	.203	5.034E-02	1.524E-02	.130	-3.049E-02	0.953
PFI	-.932	-.107	.193	7.877E-02	2.550E-03	.100	-5.189E-02	0.937
PAP	.921	.233	-.235	-5.759E-02	-6.252E-03	-.128	2.294E-02	0.979
CPE	-.921	-.233	.235	5.759E-02	6.252E-03	.128	-2.294E-02	0.979
TAP	-.921	-.233	.235	5.759E-02	6.252E-03	.128	-2.294E-02	0.979
NBU	-.891	4.221E-02	7.418E-04	2.887E-02	-1.488E-02	5.194E-02	5.253E-04	0.799
LCA	.888	.262	5.956E-02	-2.876E-02	3.650E-02	1.098E-02	-.112	0.875
CBU	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
CSTI	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
CAN	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
SPE	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
SSTI	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
CSTY	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
CFI	.862	-.453	.169	3.286E-02	-3.545E-02	6.858E-02	3.583E-02	0.985
LAP	.855	.246	-.261	-.271	1.891E-02	-4.626E-02	.128	0.953
NVR	.849	.236	-.233	-9.265E-02	2.081E-02	-.138	2.388E-02	0.860
LAN 2	.835	.181	2.050E-02	-.256	.130	-4.620E-02	-.192	0.852
LAN 1	.827	.227	1.105E-02	-.239	.119	-1.879E-02	-.196	0.846
LAN 3	.825	.201	4.384E-03	-.263	.166	-4.250E-02	-.202	0.861

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
DEA	-.794	1.489E-02	.172	-7.947E-02	9.827E-02	.192	2.384E-02	0.714
LOV	.736	.350	-1.853E-0	2.446E-02	-4.797E-02	-7.240E-03	-4.723E-02	0.670
SPO	-.734	.522	-.19	4.678E-02	4.610E-02	-.109	-6.584E-02	0.870
WLE	.734	5.006E-02	-.28	.319	.277	.299	-9.284E-02	0.897
LBU	.718	.279	.13	-9.361E-02	4.046E-02	9.738E-02	-.332	0.742
NSV	-.702	.293	9.614E-0	-4.260E-02	.111	-.134	-.196	0.658
WAP	-.697	-.212	.22	-3.555E-02	7.701E-02	.326	-1.812E-02	0.696
LLE	.601	.117	-.34	.392	.282	.396	-.117	0.895
WPE 2	.577	.547	.16	.184	6.608E-02	-4.693E-02	.310	0.793
LGY	.571	.514	-.12	-.163	-3.658E-02	-.127	-.252	0.714
RBR	.570	-.471	.17	.104	-1.948E-02	9.309E-02	-1.674E-02	0.598
LRE	.566	.474	6.214E-0	-.133	4.667E-02	6.750E-02	-.335	0.686
WBF	.518	.107	-.14	.429	.233	.241	-4.168E-02	0.749
RBU	.472	-.456	-.29	.220	-.208	2.716E-02	.422	0.787
LPE 2	5.833E-02	.906	6.824E-0	9.307E-02	-4.016E-02	-4.491E-02	4.655E-03	0.841
LPE 3	-.117	.883	9.273E-0	.118	-4.838E-03	-6.943E-02	4.669E-02	0.823
LPE 1	-.112	.879	5.582E-0	.124	-6.096E-03	-8.470E-02	4.703E-02	0.814
LPE 5	-.257	.861	-4.791E-0	.139	-6.938E-03	-.108	.112	0.854
LPE 4	-.266	.835	-4.845E-0	.152	-3.387E-02	-9.823E-02	9.660E-02	0.813
LSTY	5.664E-02	.715	1.467E-0	-5.850E-03	-.269	-1.214E-02	-3.524E-02	0.588
LFI 1	.168	.649	.16	4.021E-02	-.566	.269	-4.018E-02	0.872
LFI 2	.198	.642	.17	9.168E-02	-.523	.307	-5.247E-02	0.859
LFI 3	.279	.629	.13	4.997E-02	-.530	.249	-4.525E-20	0.839
WPE 1	.500	.604	.34	.129	.254	-4.908E-02	.122	0.835
WPE 3	.528	.581	.38	4.695E-02	.233	6.247E-03	.111	0.837
WPE 5	.395	.535	.44	.127	.305	-3.079E-03	.252	0.816
WPE 4	.399	.523	.45	.151	.317	-6.295E-03	.237	0.816
WCA	.444	-7.583E-03	.60	-8.576E-02	.285	.139	-.207	0.709
LBF	6.027E-02	.437	-.55	.391	.206	.251	-7.860E-02	0.763
TRA	-.139	.409	-.21	-.722	.139	.361	.276	0.979
DPA	-.133	.413	-.20	-.720	.146	.366	.275	0.981

ตารางที่ 4.34 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของใบ ดอก และเรณูในแกนปัจจัย
(หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ
ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
PAP	.933	.173	.167	.109	.190	2.658E-02	-4.216E-02
CPE	-.933	-.173	-.167	-.109	-.190	-2.658E-02	4.216E-02
TAP	-.933	-.173	-.167	-.109	-.190	-2.658E-02	4.216E-02
DAP	-.909	-.276	-.134	-6.426E-02	-.163	5.053E-03	5.375E-02
LAP	.897	.158	.147	8.696E-02	.120	.275	-6.265E-02
PFI	-.893	-.292	-.144	-6.098E-02	-.160	-3.807E-02	5.247E-02
NVR	.884	.128	.159	7.643E-02	.163	5.592E-02	-2.989E-02
RAF	-.856	-.447	-.128	-5.214E-02	-.153	2.692E-02	4.736E-02
WAP	-.799	-1.351E-02	-.105	-6.433E-02	-6.547E-02	.150	.127
HLE	.795	.566	.138	3.136E-02	.133	-5.628E-02	-1.518E-02
HOV	.795	.566	.138	3.136E-02	.133	-5.628E-02	-1.518E-02
HUE	.795	.566	.138	3.136E-02	.133	-5.628E-02	-1.518E-02
LAN 3	.795	.214	.219	2.910E-02	7.214E-02	.129	.336
LAN 2	.794	.242	.211	4.871E-02	5.230E-02	.113	.318
LPCL 1	.794	.501	.178	.150	9.907E-02	-7.322E-02	-7.111E-03
LPCL 3	.791	.501	.189	.169	.108	-6.046E-02	-2.746E-02
LAN 1	.787	.214	.222	8.926E-02	8.133E-02	.121	.320
LPCL 2	.771	.520	.162	.178	.111	-6.110E-02	-7.412E-02
LCA	.768	.272	.318	.209	.164	-1.050E-02	.197
DEA	-.757	-.283	-3.448E-02	-5.005E-02	-.124	.185	8.580E-02
LPCL 5	.755	.558	.183	.144	9.116E-02	-6.284E-02	3.510E-02
LPCL 4	.752	.555	.186	.139	8.757E-02	-6.292E-02	4.636E-02
NBU	-.740	-.451	-.177	-3.433E-02	-.108	4.639E-02	-3.832E-02
LGY	.719	-.187	.144	.264	7.075E-02	4.562E-02	.254
LOV	.683	.119	.278	.279	.169	-1.655E-02	7.765E-02
LBU	.610	.206	.235	.255	.138	1.540E-03	.433
LRE	.572	-4.116E-02	.243	.301	.133	6.696E-02	.431

ตารางที่ 4.34 (ต่อ)

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
SPO	-.389	-.842	-2.750E-02	7.720E-02	1.504E-02	4.761E-02	-8.880E-03
CFI	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
CSTY	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
SPE	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
SSTI	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
CBU	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
CSTI	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
CAN	.515	.832	8.397E-02	-4.850E-02	5.389E-02	-.124	1.327E-02
LPE 5	-7.736E-03	-.754	.383	.350	7.368E-02	4.119E-02	-9.568E-02
LPE 4	-2.491E-02	-.735	.353	.363	7.425E-02	2.320E-02	-9.571E-02
RBR	.250	.704	1.767E-02	-7.587E-02	6.169E-02	-.172	3.530E-02
LPE 1	7.959E-02	-.657	.457	.404	6.156E-02	1.990E-02	8.428E-03
LPE 3	6.055E-02	-.643	.478	.416	4.843E-02	2.648E-02	2.566E-02
NSV	-.470	-.601	8.168E-03	-3.479E-02	-.172	-2.351E-02	.212
LPE 2	.217	-.573	.475	.477	8.493E-02	3.708E-02	6.329E-02
WPE 4	.227	-3.680E-04	.860	.132	6.315E-02	1.164E-02	6.821E-02
WPE 5	.231	-8.186E-03	.857	.143	4.846E-02	3.741E-02	5.867E-02
WPE 1	.392	-6.552E-02	.783	.200	9.501E-02	-1.665E-02	.123
WPE 3	.396	-2.144E-03	.770	.228	5.747E-02	5.159E-02	.170
WPE 2	.483	-1.037E-02	.660	.277	.141	-3.621E-03	-.166
LFI 1	.142	-.144	.167	.894	-3.158E-03	5.984E-02	2.903E-02
LFI 2	.138	-.144	.197	.883	6.277E-02	4.096E-02	4.698E-02
LFI 3	.242	-9.667E-02	.182	.857	3.436E-02	4.435E-02	3.038E-02
LSTY	.214	-.433	.216	.552	-1.918E-02	4.974E-02	2.624E-02
LLE	.395	.208	.132	4.740E-02	.819	-2.273E-02	7.107E-02
LBF	.145	-.394	1.967E-02	.107	.755	1.735E-02	-6.997E-02
WBF	.392	.105	8.390E-02	-4.458E-03	.750	-9.552E-02	-7.128E-02
WLE	.518	.307	.160	-4.647E-03	.709	-3.739E-02	7.100E-02
DPA	4.217E-02	-.280	4.322E-02	8.513E-02	-4.588E-02	.943	3.162E-02
TRA	4.110E-02	-.283	3.437E-02	8.480E-02	-5.084E-02	.941	2.577E-02
RBU	.298	.529	-.169	-7.113E-02	.192	-8.095E-02	-.584
WCA	.137	.434	.478	-1.808E-03	-7.120E-02	-1.593E-02	.518

ตารางที่ 4.35 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ
ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7
ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	173.085	92.3	92.3	.997	.000	4459.510	160	.000
2	10.593	5.6	97.9	.956	.006	2217.689	133	.000
3	1.785	1.0	98.9	.801	.070	1152.987	108	.000
4	.906	.5	99.4	.690	.196	707.945	85	.000
5	.569	.3	99.7	.602	.374	427.593	64	.000
6	.254	.1	99.8	.450	.587	231.751	45	.000
7	.215	.1	99.9	.421	.736	133.298	28	.000
8	.118	.1	100.0	.325	.894	48.631	13	.000

ตารางที่ 4.36 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์
ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DAP	.583	-.236	-.039	.249	.474	-.126	-.705	1.089
LAP	.228	.036	-.046	.126	1.155	-.014	.019	1.399
NVR	-.251	.317	.026	.098	-.187	-.197	-.080	.098
RAF	.870	-.093	.149	.022	.072	.130	.281	-.202
WAP	.016	-.223	.048	-.364	-.124	.292	.116	.721
LPCL 3	-.426	-.180	-.312	.050	.038	.384	.306	-.115
LAN 1	-.139	.016	.453	-.269	-.251	.114	-.060	-.103
DEA	-.050	-.024	.093	.176	-.118	.092	.616	.188
LPCL 4	-.120	-.174	.294	.116	-.067	-.123	.028	.131
LGY	.126	.330	.499	.381	-.075	.489	-.281	-.108
SPO	.125	.578	-.022	-.143	-.269	-.126	.148	.055

ตารางที่ 4.36 (ต่อ)

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LPE 5	.137	.453	-.219	.131	-.129	.065	.162	.358
RBR	-.187	-.209	.188	.162	.035	.167	.279	.006
NSV	.096	.105	.218	.305	.246	-.096	-.041	.026
WPE 4	.023	.014	.272	-.075	.216	-.391	.133	-.032
LBF	.217	.421	-.299	.214	-.118	.097	-.097	.112
LLE	-.199	-.433	.367	-.308	.622	-.514	.079	-.124
WLE	-.192	.102	-.254	-.065	-.846	.223	.063	-.162
DPA	-.126	.271	.176	-.780	-.315	.075	-.143	-1.096
WCA	-.094	-.289	.439	-.009	-.108	-.399	.010	.135

ตารางที่ 4.37 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณู
ของชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
RAF	.693*	-.114	.154	-.050	-.032	.106	.428	-.271
LPCL 5 ^a	-.285*	-.099	.217	.141	-.013	.233	.169	.094
LPCL 4	-.259*	-.121	.253	.189	-.030	.167	.157	.144
SPO	.154	.496*	-.029	-.010	-.359	-.178	.148	.116
LPE 5	.033	.329*	.043	.088	-.096	-.064	.290	.313
NVR	-.178	.284*	.089	.013	-.083	-.133	-.081	.094
WCA	-.040	-.126	.516*	.019	-.083	-.448	.080	.194
LAN 1	-.129	.111	.493*	-.275	-.193	.081	-.043	-.104
LAN 2 ^a	-.089	.073	.384*	-.182	-.094	.058	-.026	-.066
LAN 3 ^a	-.098	.032	.352*	-.249	-.072	.011	.003	-.091
WPE 3 ^a	-.020	.080	.319*	.016	-.012	-.264	.216	.169
LCA ^a	-.075	.090	.291*	-.023	-.146	-.030	.074	.125
LOV ^a	-.057	.094	.198*	.040	-.127	.005	.124	.087
LBU ^a	-.004	.020	.129*	-.012	-.076	.005	.056	.091
LRE ^a	.013	.087	.109*	-.065	-.090	-.036	-.010	.097
DPA	.013	.172	.213	-.633*	.401	.188	-.083	.075
TRA ^a	.018	.182	.203	-.630*	.395	.193	-.081	.088
NSV	.092	.128	.278	.291*	.199	-.200	.037	-.054
LAP	-.215	.340	.150	-.370	.680*	.142	.213	-.045
WLE	-.083	.025	-.031	-.137	-.364*	-.183	.182	-.227
WBF ^a	-.090	.048	-.085	-.060	-.271*	-.110	.110	-.158
LLE	-.057	.039	-.024	-.117	-.257*	-.226	.137	-.194
LBF	-.006	.196	-.143	-.002	-.208*	-.121	.077	-.028

ตารางที่ 4.37 (ต่อ)

Variable	Function							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LGY	-.081	.308	.486	.316	-.061	.527*	-.232	-.028
WPE 4	-.030	.082	.269	.044	.018	-.417*	.249	.173
WPE 5 ^a	-.026	.077	.249	.079	.004	-.351*	.272	.163
LPCL 3	-.282	-.043	.049	.174	.008	.320*	.235	.125
WPE 1 ^a	.011	.078	.240	.052	-.086	-.297*	.237	.173
LPCL 2 ^a	-.234	.022	.073	.146	.066	.255*	.244	.124
LPCL 1 ^a	-.199	-.006	.143	.180	-.038	.232*	.183	.107
LFI ^a	-.071	.087	.128	.053	.027	.136*	.133	.095
NBU ^a	.045	.053	-.023	-.057	-.057	.088*	-.084	-.010
PFI ^a	.250	-.244	-.074	.073	-.274	-.078	-.609*	.277
DAP	.297	-.253	-.017	.039	-.260	-.078	-.442*	.393
DEA	.105	-.043	.105	-.031	-.070	-.014	.340*	.318
LPE 3 ^a	-.023	.196	.184	.037	-.075	-.046	.316*	.194
LPE 1 ^a	.021	.182	.147	.037	-.051	-.029	.315*	.195
LPE 4 ^a	.039	.239	.076	.066	-.047	-.053	.285*	.251
LPE 2 ^a	-.037	.183	.174	.035	-.109	.003	.278*	.151
RBR	-.067	-.240	.067	.185	.045	.158	.267*	-.018
WPE 2 ^a	-.010	.109	.161	.011	-.047	-.184	.266*	.163
LFI 2 ^a	-.106	.127	.116	.056	.028	.098	.133*	.080
LFI 3 ^a	-.065	.068	.090	.096	.025	.098	.110*	.106
WAP	.099	-.192	.064	-.416	-.337	.346	.028	.527*
LSTY ^a	-.039	.083	.167	.046	.016	.073	.132	.183*

* แสดงว่าลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่าลักษณะนั้นไม่น่าไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.38 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูของชงโคดำ
ในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50	42 (84%)	8 (16%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2	50	12 (24%)	37 (74%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3	50	6 (12%)	5 (10%)	39 (78%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	43 (86%)	7 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
5	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (10%)	45 (90%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	43 (86%)	5 (10%)	1 (2%)	1 (2%)
7	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (10%)	44 (88%)	0 (0%)	1 (2%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (6%)	1 (2%)	46 (92%)	3 (6%)
9	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0%)	0 (0%)	7 (14%)	43 (86%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 84.9 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.39 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัยของ
ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	10.603	29.452	29.452
2	5.850	16.250	45.702
3	5.622	15.616	61.317
4	1.378	3.827	65.145
5	1.235	3.432	68.576
6	1.216	3.379	71.955
7	1.167	3.242	75.197

ตารางที่ 4.40 ค่า factor loading ของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ในแกนปัจจัย
(ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
ACP 2	-.976	7.826E-02	-.168	-2.014E-02	4.932E-03	-1.096E-02	2.278E-02	0.989
PER 9	-.967	.103	-.212	-1.340E-02	3.879E-03	-4.246E-03	1.969E-02	0.991
GOT 2	.967	-.108	.210	1.715E-02	-9.026E-03	-6.113E-03	-1.889E-02	0.991
ACP 1	.966	-9.106E-02	.220	1.222E-02	-2.155E-03	4.495E-03	-1.652E-02	0.990
GOT 1	.963	-5.561E-02	.242	2.499E-02	-6.237E-03	1.254E-02	-1.775E-03	0.989
SKDH 1	.959	-2.272E-02	.250	4.046E-03	-1.420E-03	3.320E-03	-1.710E-02	0.984
MDH 2	.956	-3.099E-03	.270	1.040E-02	-3.532E-03	7.520E-03	-1.031E-02	0.987
MDH 1	.955	-1.461E-02	.263	1.051E-02	-6.223E-03	7.341E-04	-1.369E-02	0.982
PER 1	-.841	-.129	-.278	-4.861E-02	3.240E-02	-1.786E-02	-9.229E-03	0.805
PER 13	.636	.281	-.480	-3.915E-02	7.030E-02	-9.800E-02	9.380E-02	0.738
PER 14	.599	.268	-.441	-5.474E-02	6.725E-02	-.112	.156	0.670
GOT 3	.590	.502	.135	-3.017E-02	7.877E-02	-6.133E-02	4.798E-02	0.632
PER 11	.526	.257	-.398	2.494E-02	.221	-.147	-6.939E-02	0.577
SKDH 2	-.488	.359	6.714E-02	-.486	4.514E-02	-.334	-6.871E-02	0.726

ตารางที่ 4.40 (ต่อ)

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
EST 9	.154	.928	-.231	-1.388E-02	-4.731E-02	1.540E-02	-8.756E-06	0.941
EST 5	.339	.759	-.317	-3.283E-02	-2.619E-02	1.614E-02	-.100	0.804
EST 4	.572	-.744	-.264	-2.698E-02	1.759E-02	-2.107E-02	-7.435E-02	0.957
EST 7	.572	-.744	-.264	-2.698E-02	1.759E-02	-2.107E-02	-7.435E-02	0.957
PER 3	.390	-.571	-.197	-4.699E-02	-3.918E-02	-4.622E-02	4.609E-02	0.525
EST 1	.394	-.563	-.174	-.137	7.489E-03	-8.186E-02	-8.718E-02	0.536
EST 6	-.523	-.559	.437	4.668E-02	8.043E-02	1.910E-02	5.746E-02	0.788
EST 2	.325	-.503	-.122	-1.644E-02	4.932E-02	1.541E-02	6.581E-02	0.381
PER 8	.336	.414	.333	7.876E-02	3.728E-02	.174	6.565E-02	0.438
PER 2	.307	.378	.353	8.370E-02	5.782E-02	.136	9.705E-02	0.400
PER 16	-4.078E-02	5.608E-02	-.785	-3.005E-03	4.912E-03	3.907E-02	-.162	0.649
EST 8	-.470	-4.769E-02	.719	.242	-.106	-.141	.114	0.842
EST 3	-.289	-.287	.644	-1.723E-02	.204	.204	8.552E-02	0.671
MDH 3	-.295	.456	.568	-.124	-3.012E-02	-6.749E-02	-.137	0.657
PER 12	.115	-.198	-.461	3.355E-02	-.159	9.222E-02	.330	0.409
PER 15	1.715E-02	.253	-.380	.383	.162	.164	-.144	0.429
PER 4	-.198	-.113	.199	-2.486E-02	-.538	.434	-.433	0.757
PER 5	-.135	3.404E-03	-3.847E-02	.504	.514	5.002E-02	-.503	0.794
EST 10	-.411	-.179	.281	.175	.438	-.213	.276	0.623
PER 7	.325	.376	.303	-.403	.340	.485	7.180E-02	0.857
PER 10	.316	.361	.305	.440	-.398	-.449	1.496E-02	0.877
PER 6	-.112	.131	-.379	.380	-.139	.441	.444	0.729

ตารางที่ 4.41 ค่า factor loading ของลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ในแกนปัจจัย
(หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะแบบแผนไอโซไซม์
6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
MHD 2	.966	.173	.135	-5.332E-02	-4.365E-04	-3.913E-02	-6.945E-04
MDH 1	.961	.186	.135	-5.688E-02	-6.446E-03	-3.913E-02	-1.295E-03
SKDH 1	.958	.200	.144	-5.822E-02	1.346E-03	-3.754E-02	-1.574E-03
GOT 1	.958	.230	.130	-3.069E-02	-6.697E-03	-3.415E-02	-1.228E-05
ACP 1	.946	.273	.135	-4.547E-02	-3.223E-03	-3.156E-02	-3.256E-03
PER 9	-.942	-.286	-.137	4.462E-02	5.063E-03	2.955E-02	6.147E-03
GOT 2	.940	.291	.136	-4.656E-02	-1.654E-02	-3.176E-02	-3.881E-03
ACP 2	-.934	-.284	-.184	2.778E-02	4.063E-03	2.004E-02	8.690E-03
PER 1	-.884	-1.692E-02	-.143	1.432E-02	2.856E-02	3.587E-02	8.214E-03
GOT 3	.620	-.314	.354	-5.906E-02	2.817E-02	-3.755E-02	.135
PER 8	.502	-.410	2.570E-02	8.974E-02	9.297E-02	2.482E-02	-6.109E-03
PER 2	.480	-.394	-1.876E-02	8.085E-02	7.604E-02	1.473E-02	4.146E-02
EST 4	.322	.921	6.388E-02	-2.378E-03	6.425E-03	2.616E-02	-3.094E-02
EST 7	.322	.921	6.388E-02	-2.378E-03	6.425E-03	2.616E-02	-3.094E-02
EST 1	.204	.689	4.228E-02	-.122	2.288E-02	-4.837E-02	-2.250E-02
PER 3	.203	.688	2.250E-02	3.548E-02	-2.407E-02	-8.482E-02	1.205E-02
MDH 3	6.815E-03	-.683	-.277	-.321	1.159E-03	-5.464E-02	-8.134E-02
EST 2	.193	.577	-4.303E-02	6.197E-02	4.420E-02	-2.456E-02	5.189E-02
EST 6	-.312	.162	-.812	-6.497E-02	1.147E-02	2.085E-02	3.043E-02
EST 3	1.904E-02	-9.362E-02	-.776	-4.999E-02	.234	3.669E-02	4.100E-02
EST 8	-9.058E-02	-.385	-.771	-5.478E-02	-.293	-2.962E-02	4.397E-02
EST 5	.222	-.435	.749	2.567E-02	2.964E-02	4.397E-02	-3.563E-02
PER 13	.370	.131	.734	9.943E-02	1.345E-02	-3.604E-02	.186
EST 9	.114	-.675	.683	7.439E-02	1.048E-02	-1.076E-02	9.213E-03
PER 14	.352	.115	.681	.110	1.232E-02	-8.620E-02	.223
PER 11	.306	9.735E-02	.632	-3.760E-02	1.537E-02	.164	.214
PER 16	-.377	.248	.631	.122	3.690E-02	.158	-7.949E-02
PER 6	-.177	-7.463E-02	.160	.816	2.176E-02	1.049E-02	-1.173E-02
SKDH 2	-.443	-.423	5.734E-02	-.502	7.741E-02	-.273	.121

ตารางที่ 4.41 (ต่อ)

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
PER 12	-.101	.358	.248	.405	-2.522E-02	-.206	5.144E-02
PER 10	.450	-.349	5.907E-02	-1.373E-02	-.739	-3.944E-02	9.571E-03
PER 7	.455	-.352	4.448E-02	-2.987E-02	.720	-7.115E-02	8.684E-03
PER 5	-9.191E-02	-2.847E-02	-4.770E-02	-8.647E-02	-1.549E-03	.878	6.009E-02
PER 15	-8.383E-02	-9.286E-02	.361	.273	-2.045E-02	.457	-5.242E-03
PER 4	-8.617E-02	-5.329E-02	-.246	9.271E-03	-2.345E-03	-2.353R-03	-.828
EST 10	-.243	-7.164E-02	-.503	-1.599E-02	-1.105E-02	.143	.534

ตารางที่ 4.42 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์
6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7
ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	1432.121	98.5	98.5	1.000	.000	1353.548	36	.000
2	11.286	.8	99.3	.958	.007	546.843	22	.000
3	10.224	.7	100.0	.954	.089	269.402	10	.000

ตารางที่ 4.43 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซโซม 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

Variable	Function		
	1	2	3
ACP 1	.862	-.446	-.183
ACP 2	-.417	.095	.171
EST 1	.083	-.341	-.196
EST 3	-.116	-.102	.490
EST 5	.208	.434	-.475
EST 6	-.202	-.305	.406
EST 8	-.210	.259	.713
GOT 3	-.045	.507	-.205
MDH 2	.395	.639	.175
PER 10	.410	.473	.153
PER 7	.246	.585	.340
SKDH 1	.043	.191	.468

ตารางที่ 4.44 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะแบบแผนไอโซโซม 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทยที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

Variable	Function		
	1	2	3
ACP 1	.724*	-.297	.228
ACP 2	-.423*	.169	.141
MDH 2	.423*	.305	.284
GOT 2 ^a	.382*	-.022	.073

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

Variable	Function		
	1	2	3
MDH 1 ^a	.361*	.228	.294
SKDH 1	.344*	.130	.194
GOT 1 ^a	.147*	-.119	.028
MDH 3 ^a	.146*	.109	.087
PER 11 ^a	-.069*	.055	.010
PER 5 ^a	.047*	-.023	-.014
PER 13 ^a	.045*	-.012	-.018
EST 5	.012	.384*	-.353
GOT 3	.023	.235*	-.054
EST 2 ^a	.064	-.224*	.155
EST 1	.013	-.223*	-.065
SKDH 2 ^a	.137	.195*	.108
PER 7	.011	.158*	.055
PER 10	.011	.158*	.055
PER 8 ^a	-.069	.129*	.063
PER 3 ^a	.061	-.085*	.033
PER 6 ^a	.051	-.053*	-.002
PER 4 ^a	.013	-.050*	.016
EST 10 ^a	.029	.042*	-.034
PER 14 ^a	.012	.040*	-.024
EST 8	-.016	.063	.479*
EST 6	-.021	-.260	.399*
EST 3	-.005	-.056	.318*
PER 2 ^a	-.042	.029	.269*
PER 1 ^a	.088	-.176	.180*
PER 15 ^a	-.039	-.027	.110*
PER 12 ^a	.043	-.099	.099*
PER 16 ^a	-.010	.036	-.064*

* แสดงว่า ลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่า ลักษณะนั้นไม่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.45 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร			
		1	4	6	8
1	30	30 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	30	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6	30	0 (0%)	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)
8	30	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	30 (100%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.46 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์
ของชงโคดำในประเทศไทย

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	29.918	31.492	31.492
2	22.024	23.184	54.676
3	7.359	7.746	62.422
4	5.525	5.815	68.238
5	4.192	4.412	72.650
6	2.597	2.734	75.384
7	1.700	1.790	77.174
8	1.459	1.536	78.709
9	1.438	1.514	80.223
10	1.339	1.409	81.632
11	1.324	1.394	83.026
12	1.292	1.360	84.386

ตารางที่ 4.47 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ
 สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ของขงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SPO	.995	-3.808E-02	-4.228E-02	-3.435E-02	-1.773E-03	-1.455E-02	1.783E-02	3.871E-03	-8.122E-03	-1.795E-02	-1.437E-02	2.258E-02	0.996
HOV	.995	-3.808E-02	-4.228E-02	-3.435E-02	-1.773E-03	-1.455E-02	1.783E-02	3.871E-03	-8.122E-03	-1.795E-02	-1.437E-02	2.258E-02	0.996
HLE	.995	-3.808E-02	-4.228E-02	-3.435E-02	-1.773E-03	-1.455E-02	1.783E-02	3.871E-03	-8.122E-03	-1.795E-02	-1.437E-02	2.258E-02	0.996
HUE	.995	-3.808E-02	-4.228E-02	-3.435E-02	-1.773E-03	-1.455E-02	1.783E-02	3.871E-03	-8.122E-03	-1.795E-02	-1.437E-02	2.258E-02	0.996
RAF	-.978	-8.534E-02	.113	5.657E-02	3.085E-02	-7.294E-03	-3.698E-02	9.878E-03	2.521E-02	2.489E-02	4.142E-02	-1.632E-02	0.984
LPCL 5	.962	4.417E-02	.108	5.122E-02	.107	4.030E-03	-2.983E-02	-2.412E-03	2.443E-02	6.248E-03	-2.940E-02	2.543E-02	0.956
LPCL 1	.959	5.090E-02	2.837E-03	4.748E-02	9.091E-02	-3.385E-02	1.554E-02	2.399E-03	1.658E-02	-1.573E-03	-2.469E-02	-1.066E-02	0.935
LPCL 3	.956	8.866E-02	-2.489E-02	8.320E-02	.112	-1.868E-02	1.396E-02	-2.481E-02	1.653E-02	-2.191E-02	1.657E-02	1.003E-02	0.944
LPCL 4	.946	6.243E-02	9.958E-02	5.678E-02	9.618E-02	-1.692E-04	-4.907E-02	2.123E-02	1.356E-02	8.394E-03	-4.250E-03	2.261E-02	0.925
LPCL 2	.940	2.234E-02	-5.747E-02	7.901E-02	.156	-4.979E-03	1.173E-02	2.242E-03	1.177E-02	-9.059E-03	-2.455E-02	3.614E-02	0.920
ACP 2	-.918	.349	-.153	-8.955E-03	-2.869E-02	3.215E-04	-9.695E-03	-1.602E-02	-6.852E-04	8.626E-03	-2.575E-03	-4.724E-02	0.991
ACP 1	.900	-.375	.195	2.858E-02	3.576E-02	-2.799E-03	2.097E-02	1.462E-02	7.287E-04	-1.459E-02	7.280E-03	4.671E-02	0.994
CBU	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
CFI	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995

ตารางที่ 4.47 (ต่อ)

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SPE	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
PER 9	-.899	.383	-.183	-2.657E-02	-3.690E-02	6.943E-03	-2.276E-02	-1.514E-02	-7.034E-04	1.293E-02	-4.509E-03	-4.752E-02	0.995
CSTI	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
CSTY	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
SSTI	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
CAN	.899	-.383	.183	2.657E-02	3.690E-02	-6.943E-03	2.276E-02	1.514E-02	7.034E-04	-1.293E-02	4.509E-03	4.752E-02	0.995
GOT 2	.897	-.389	.179	3.166E-02	1.633E-02	7.103E-04	2.294E-02	2.344E-02	-1.548E-03	-1.148E-02	5.273E-03	3.460E-02	0.992
MDH 2	.897	-.324	.277	5.060E-03	2.113E-02	2.387E-02	2.560E-02	1.438E-02	-8.675E-04	-1.175E-02	1.673E-02	5.474E-02	0.991
SKDH 1	.896	-.341	.248	-6.943E-03	3.735E-02	1.715E-02	2.214E-02	1.648E-02	-1.099E-02	-3.532E-02	-3.192E-03	6.144E-02	0.939
GOT 1	.896	-.356	.231	2.601E-02	1.800E-02	1.183E-02	3.632E-04	1.471E-02	-1.729E-03	-3.569E-03	1.903E-02	2.792E-02	0.986
MDH 1	.896	-.329	.264	1.289E-03	3.399E-02	2.006E-02	3.593E-02	1.910E-02	-1.418E-03	-9.900E-03	1.418E-02	6.435E-02	0.989
LCA	.881	.293	.125	5.411E-02	6.101E-02	1.331E-02	.121	1.285E-02	-4.781E-03	8.273E-03	2.183E-02	.105	0.911
NBU	-.877	-.102	-5.044E-03	1.867E-02	2.084E-02	-2.184E-02	-3.623E-02	-2.702E-02	8.625E-03	-4.109E-03	-6.666E-04	-6.394E-02	0.786
DAP	-.876	-.292	.270	.144	3.753E-02	5.575E-02	2.059E-02	5.158E-02	7.408E-02	-1.892E-02	4.990E-02	1.032E-02	0.962
TAP	.867	.370	-.292	-9.646E-02	-4.600E-02	-1.984E-02	7.850E-03	-1.007E-02	-1.636E-02	-1.944E-02	-3.273E-02	-1.163E-02	0.988
PAP	.867	.370	-.292	-9.646E-02	-4.600E-02	-1.984E-02	7.850E-03	-1.007E-02	-1.636E-02	-1.944E-02	-3.273E-02	-1.163E-02	0.988
CPE	.867	.370	-.292	-9.646E-02	-4.600E-02	-1.984E-02	7.850E-03	-1.007E-02	-1.636E-02	-1.944E-02	-3.273E-02	-1.163E-02	0.988
PFI	-.863	-.314	.276	.147	4.976E-02	6.275E-02	4.621E-03	4.107E-02	4.852E-02	-3.650E-03	5.323E-02	-2.205E-02	0.954
DEA	-.837	-9.843E-03	.157	8.917E-02	-5.495E-02	4.661E-02	5.376E-02	9.571E-02	.118	-5.860E-02	2.379E-02	.110	0.780

ตารางที่ 4.47 (ต่อ)

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PER 1	-.790	.228	-.354	-7.361E-03	9.421E-02	1.872E-02	6.711E-02	-7.991E-02	6.886E-02	.100	1.482E-03	-1.218E-03	0.837
NSV	-.785	.228	.199	-4.284E-02	-.112	-2.346E-02	7.287E-02	-4.062E-03	6.426E-02	.160	6.533E-02	-2.583E-02	0.763
WLE	.775	-4.218E-03	-.336	.147	-.193	.321	.106	2.503E-02	-5.389E-03	.133	4.133E-02	-2.997E-02	0.908
NVR	.765	.353	-.176	-.179	-8.717E-02	-1.205E-02	2.509E-02	.146	-6.785E-02	9.632E-03	-5.413E-02	-5.992E-02	0.813
LAN 2	.752	.408	.171	-.209	-6.275E-02	-.142	3.451E-02	-2.555E-02	1.166E-02	.108	6.124E-02	5.767E-02	0.849
LAN 3	.726	.428	.134	-.284	-8.041E-02	-.173	2.186E-02	-4.658E-02	1.645E-02	8.631E-02	.120	9.548E-02	0.879
LAN 1	.723	.498	.145	-.161	9.589E-03	-.138	2.708E-02	-1.839E-02	-1.039E-03	5.944E-02	9.893E-02	4.027E-02	0.852
PER 13	.715	.297	-.265	-.124	-2.224E-02	-2.108E-02	4.866E-02	4.326E-02	9.575E-02	-.133	4.732E-02	-.117	0.732
WAP	-.708	-.354	.281	2.153E-02	6.530E-02	5.821E-02	7.535E-03	9.400E-02	.132	-5.618E-02	3.663E-02	-2.349E-02	0.745
LBU	.697	.258	.179	.110	9.244E-02	-.117	.224	-6.163E-02	.243	.192	.148	-.148	0.812
LAP	.675	.584	-.267	-.270	-1.408E-02	-4.994E-02	2.263E-02	-8.230E-02	-9.953E-03	2.310E-02	-4.984E-02	5.410E-02	0.957
PER 14	.674	.289	-.220	-.101	-1.590E-02	-.120	4.735E-02	-2.045E-04	8.033E-02	-.174	2.565E-02	-.132	0.668
LOV	.671	.380	-.120	.138	6.934E-02	-8.709E-02	-5.075E-02	-3.687E-02	.100	.105	-.206	4.486E-02	0.710
LLE	.660	4.797E-02	-.364	.174	-.162	.493	5.856E-02	8.916E-02	-1.139E-03	.132	9.468E-02	4.514E-02	0.911
EST 6	-.651	-.539	.107	.206	-2.068E-02	2.627E-02	-1.533E-02	-3.256E-02	9.788E-02	9.017E-02	6.637E-02	-.100	0.803
GOT 3	.634	.235	.385	-8.246E-02	-3.417E-02	.120	-2.657E-02	1.450E-02	8.286E-02	-6.032E-02	1.369E-02	-.162	0.665
PER 11	.593	.263	-.221	-5.914E-02	-4.399E-02	.133	8.185E-02	.147	.274	-9.006E-02	9.374E-03	6.734E-02	0.608
WPE 3	.567	.459	.334	.390	-.224	-3.699E-02	-.108	-5.340E-02	-2.253E-02	-8.007E-02	7.446E-02	-7.379E-02	0.880
WBF	.560	-.105	-.469	.172	-.203	.383	1.567E-02	2.540E-02	1.121E-02	.157	4.621E-02	-9.201E-02	0.799

ตารางที่ 4.47 (ต่อ)

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RBR	.556	-.499	3.721E-02	2.369E-02	.142	7.237E-02	-3.512E-02	.137	-.146	-.185	-.123	7.497E-02	0.682
LRE	.552	.434	.180	.108	4.748E-02	-.149	.238	-.112	.291	.240	.183	-.163	0.833
WPE 1	.532	.407	.210	.480	-.251	-7.445E-02	-.115	-3.761E-02	4.054E-03	-3.172E-02	-4.743E-02	-9.257E-02	0.818
EST 10	-.478	-.175	.175	.135	-4.559E-03	-2.309E-02	2.321E-02	.179	.443	-.176	8.433E-02	-6.944E-03	0.575
WPE 4	.430	.363	.300	.422	-.416	3.254E-02	-.130	-3.541E-02	-1.560E-02	-9.020E-02	-5.001E-02	-.101	0.798
EST 9	.333	.842	.217	-.290	-.125	8.215E-02	-1.443E-02	-6.861E-04	-2.565E-02	1.830E-02	2.758E-02	-3.123E-02	0.976
LPE 2	-6.807E-02	.765	.113	.476	7.708E-02	-.154	8.730E-02	6.071E-02	-6.263E-03	5.999E-02	-4.361E-02	6.971E-02	0.881
DPA	-.290	.755	7.356E-02	-.335	7.465E-02	-2.499E-03	9.978E-02	-8.656E-02	.119	1.944E-02	-1.771E-02	.159	0.835
TRA	-.325	.735	6.172E-02	-.340	7.278E-02	5.365E-03	.101	-9.540E-02	.118	5.115E-02	-1.285E-02	.171	0.836
LPE 1	-.289	.702	4.550E-02	.435	7.380E-02	-.124	.145	6.474E-02	-2.583E-03	-1.050E-02	4.030E-02	.174	0.845
LPE 3	-.279	.700	6.842E-02	.454	4.542E-02	-.142	8.625E-02	-1.424E-02	5.212E-02	6.214E-02	-2.080E-02	.213	0.861
EST 5	.497	.679	7.435E-02	-.244	-.120	-8.294E-03	-5.222E-02	5.868E-03	-4.625E-02	-6.868E-02	-.123	-.146	0.833
LGY	.522	.650	5.479E-02	-.242	1.628E-02	.115	-8.246E-03	-1.143E-02	2.798E-02	.128	-8.476E-02	-5.899E-02	0.797
LFI 3	.193	.635	3.816E-02	.197	.557	.183	-.119	-4.102E-02	-6.731E-02	6.684E-02	5.538E-02	-.118	0.866
RBU	.482	-.602	-.542	.239	9.782E-02	-.115	2.452E-02	-9.278E-03	1.325E-02	-4.057E-02	-6.458E-02	2.443E-02	0.976
EST 4	.482	-.602	-.542	.239	9.782E-02	-.115	2.452E-02	-9.278E-03	1.325E-02	-4.057E-02	-6.458E-02	2.443E-02	0.976
EST 7	.482	-.602	-.542	.239	9.782E-02	-.115	2.452E-02	-9.278E-03	1.325E-02	-4.057E-02	-6.458E-02	2.443E-02	0.976
LPE 5	-.491	.586	-.179	.404	-7.800E-02	-2.029E-02	.166	2.770E-02	-8.548E-02	-8.000E-02	3.445E-02	.154	0.854

ตารางที่ 4.47 (ต่อ)

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
LPE 4	-.482	.559	-.178	.391	-4.429E-02	-2.043E-02	.232	3.626E-02	-7.957E-02	-.109	1.268E-02	.132	0.823
LSTY	-4.641E-02	.478	4.222E-02	.287	.444	-8.988E-02	.120	.304	-.108	-.258	.122	1.409E-02	0.719
EST 3	-.400	-.433	.422	.109	.192	.102	-.141	-.169	.128	4.046E-02	9.138E-02	-4.880E-02	0.662
EST 1	.332	-.417	-.414	.194	8.464E-02	7.588E-02	.155	-.140	3.987E-02	8.712E-02	-.111	-3.338E-02	0.573
EST 2	.271	-.359	-.309	.208	-7.691E-02	-6.926E-02	7.925E-02	-.126	.211	.218	.235	-.154	0.544
WCA	.443	4.035E-02	.679	9.901E-02	-.134	3.520E-02	6.505E-02	2.311E-02	7.087E-02	.133	5.377E-02	-2.898E-02	0.720
MDH 3	-.279	.220	.655	4.838E-03	-6.976E-02	.283	.197	5.092E-03	-8.457E-02	-7.753E-03	-7.493E-02	.243	0.751
PER 16	7.125E-02	.369	-.654	-6.584E-02	8.456E-02	-6.438E-02	-.165	1.752E-02	-2.938E-02	-7.648E-02	-.164	-.249	0.708
EST 8	-.565	-.268	.586	2.044E-02	4.538E-02	-8.382E-04	5.200E-02	.237	-6.969E-02	.116	9.167E-03	-1.858E-02	0.814
LBF	2.917E-02	.217	-.584	.178	-8.714E-02	.579	-8.879E-02	.107	7.938E-02	3.251E-02	.195	-1.535E-02	0.828
PER 12	.119	-2.764E-02	-.489	-7.846E-02	-.154	-4.017E-02	6.989E-03	-3.395E-02	-7.234E-02	3.116E-02	.347	.311	0.510
PER 2	.316	.105	.484	3.184E-02	-.113	9.387E-02	-.170	3.738E-02	-6.276E-02	-9.340E-02	2.543E-02	8.847E-03	0.412
PER 8	.316	7.912E-02	.457	-.234	.106	.163	-.138	-2.678E-02	-4.901E-03	-3.853E-02	.155	9.299E-02	0.462
PER 3	.323	-.401	-.406	.191	.108	1.769E-04	.151	-4.716E-02	6.076E-02	.124	.161	.227	0.600
WPE 2	.534	.355	3.257E-02	.577	-.128	-.105	-.169	1.888E-02	-6.791E-02	-.153	1.209E-02	-2.322E-02	0.831
WPE 5	.396	.437	.255	.473	-.428	2.031E-02	-.166	2.705E-02	-3.757E-02	-3.534E-02	-6.689E-02	-6.190E-02	0.859

ตารางที่ 4.47 (ต่อ)

Variable	Factor												Communality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
LFI 1	.148	.593	.131	.194	.611	.158	-.153	-3.762E-02	-1.433E-02	3.075E-02	3.114E-02	-.119	0.868
LFI 2	.279	.573	.146	.208	.573	.209	-.130	-3.622E-02	-4.172E-03	.111	-7.537E-02	-7.123E-02	0.885
SKDH 2	-.430	.334	.138	-.133	-3.935E-02	.288	.444	-.115	-4.767E-02	-.321	-.183	4.558E-02	0.770
PER 15	.105	.312	-.230	-.176	7.720E-02	.144	-.368	.346	.103	-6.745E-02	3.486E-02	.286	0.573
PER 7	.325	.107	.454	-8.636E-02	1.178E-02	.153	-.196	-.586	.152	-.230	.140	.143	0.853
PER 10	.310	5.662E-02	.431	-.225	-2.437E-02	-8.663E-03	.237	.562	-.150	.296	-1.752E-03	-.157	0.843
PER 4	-.191	-5.958E-02	9.925E-02	.169	-1.831E-03	-4.679E-03	-.143	-.233	-.530	.489	-.109	.171	0.713
PER 5	-.114	6.453E-02	-1.226E-02	4.919E-02	-8.414E-02	-6.940E-02	-.399	.184	.520	.289	-.419	.284	0.834
PER 6	-5.542E-02	.258	-.251	-.129	-3.186E-02	-.218	-.366	.185	-.153	-2.499E-02	.561	3.106E-02	0.707

ตารางที่ 4.48 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก
 เรณู และแบบแผนไอโซไทม์ของชงโคดำในประเทศไทย

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACP 1	.960	.236	-7.116E-02	6.681E-02	-3.313E-02	2.671E-02	6.300E-02	1.294E-03	-2.591E-02	9.319E-03	3.884E-03	-1.588E-02
CBU	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
CFI	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
SPE	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
PER 9	-.960	-.237	8.384E-02	-5.946E-02	3.781E-02	-2.610E-02	-6.146E-02	-1.435E-03	2.585E-02	-7.278E-03	-2.975E-03	1.448E-02
CSTI	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
CSTY	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
SSTI	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
CAN	.960	.237	-8.384E-02	5.946E-02	-3.781E-02	2.610E-02	6.146E-02	1.435E-03	-2.585E-02	7.278E-03	2.975E-03	-1.448E-02
SKDH 1	.959	.246	3.181E-03	6.217E-02	-2.448E-02	1.480E-02	4.166E-02	8.541E-03	-3.974E-02	1.668E-02	7.212E-03	-2.053E-02
MDH 2	.957	.240	2.996E-02	8.532E-02	-2.333E-02	2.572E-02	7.607E-02	9.144E-03	-3.542E-02	1.295E-02	1.725E-03	-1.929E-02
.MDH 1	.957	.242	1.809E-02	6.956E-02	-1.954E-02	2.342E-02	7.380E-02	2.155E-02	-3.749E-02	7.414E-03	1.815E-03	-1.814E-02
GOT 2	.957	.234	-8.604E-02	7.009E-02	-5.270E-02	3.978E-02	6.079E-02	-9.262E-03	-2.644E-02	-3.357E-03	5.181E-03	-1.871E-02
GOT 1	.957	.231	-2.826E-02	8.899E-02	-3.109E-02	3.486E-02	7.423E-02	-2.319E-02	-1.639E-02	9.190E-03	-3.096E-03	-1.579E-02
ACP 2	-.945	-.285	8.390E-02	-5.770E-02	3.652E-02	-4.213E-02	-5.544E-02	6.501E-03	1.497E-02	-1.004E-02	-1.299E-03	4.896E-03
PER1	-.843	-.214	-.142	.214	7.200E-02	3.787E-02	2.951E-02	5.856E-02	-2.011E-02	2.655E-02	-2.429E-02	3.606E-02

ตารางที่ 4.48 (ต่อ)

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SPO	.770	.609	-.106	.108	2.197E-02	8.714E-02	4.637E-02	-5.354E-05	7.528E-03	1.086E-02	1.880E-02	-9.080E-03
HOV	.770	.609	-.106	.108	2.197E-02	8.714E-02	4.637E-02	-5.354E-05	7.528E-03	1.086E-02	1.880E-02	-9.080E-03
HLE	.770	.609	-.106	.108	2.197E-02	8.714E-02	4.637E-02	-5.354E-05	7.528E-03	1.086E-02	1.880E-02	-9.080E-03
HUE	.770	.609	-.106	.108	2.197E-02	8.714E-02	4.637E-02	-5.354E-05	7.528E-03	1.086E-02	1.880E-02	-9.080E-03
LPCL 5	.767	.538	-7.979E-03	.179	.189	4.581E-02	7.822E-02	4.913E-03	-1.569E-02	3.173E-02	7.113E-03	4.303E-02
LPCL 4	.744	.536	-2.682E-03	.192	.191	5.459E-02	7.250E-02	3.358E-03	2.196E-02	1.625E-02	7.765E-03	4.165E-02
LPE 5	-.725	-2.605E-04	-2.676E-02	.367	.190	5.761E-02	-5.923E-02	.377	-2.167E-02	-3.801E-02	-6.610E-03	-8.034E-02
LPCL 1	.719	.589	-9.479E-02	.163	.160	4.701E-02	8.608E-02	2.689E-03	-1.289E-02	2.138E-03	2.664E-02	4.431E-03
RBR	.717	3.616E-02	-.244	-9.974E-02	-1.495E-02	5.484E-02	-.294	-9.110E-03	-3.763E-02	-5.161E-02	2.301E-02	-4.523E-02
LPCL 2	.713	.562	-.158	.123	.207	7.945E-02	5.087E-02	4.404E-02	-8.597E-03	2.170E-02	1.857E-02	1.518E-02
LPE 4	-.703	-2.971E-02	-4.244E-02	.332	.199	3.979E-02	-5.923E-02	.386	-7.396E-02	-6.053E-02	3.061E-02	-.117
LPCL 3	.694	.599	-.111	.183	.201	7.227E-02	8.524E-02	2.989E-02	1.713E-02	4.748E-02	3.041E-02	-1.132E-02
NSV	-.681	-.389	.312	-1.736E-02	-5.818E-02	-9.820E-02	.166	3.900E-02	-1.922E-02	-7.003E-02	-4.283E-02	3.280E-02
TRA	-.654	.372	.377	-.168	.161	-7.449E-02	8.085E-02	.194	-2.809E-02	.104	3.409E-02	.108
DPA	-.641	.408	.368	-.149	.172	-7.949E-02	6.512E-02	.189	-2.665E-02	.103	6.028E-02	9.843E-02
NBU	-.625	-.592	-2.353E-03	-.149	-6.036E-02	-.108	-5.583E-02	-6.254E-02	-4.718E-03	6.299E-03	-8.827E-03	-6.652E-03
LPE 1	-.539	8.518E-02	.107	.443	.388	-8.368E-02	7.182E-02	.414	-5.995E-03	-6.818E-02	1.030E-02	1.481E-02
LPE 3	-.532	8.561E-02	.105	.473	.368	-.103	.115	.397	-3.933E-02	1.355E-03	-5.430E-02	.121
WCA	.525	1.027E-02	.474	.340	2.827E-02	-5.285E-02	.290	1.444E-02	-.104	-6.478E-02	-2.805E-02	1.937E-02

ตารางที่ 4.48 (ต่อ)

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GOT 3	.479	.388	.387	.229	.142	3.526E-02	.125	-.151	-6.868E-02	1.733E-02	.134	-3.132E-02
LAP	.111	.957	6.151E-02	2.739E-02	.110	4.650E-02	4.233E-02	4.154E-02	3.685E-02	6.643E-02	-1.226E-02	3.530E-02
TAP	.366	.891	-.106	.138	8.572E-02	.137	1.782E-02	-1.759E-03	4.427E-02	1.239E-02	3.257E-02	-6.638E-04
PAP	.366	.891	-.106	.138	8.572E-02	.137	1.782E-02	-1.759E-03	4.427E-02	1.239E-02	3.257E-02	-6.638E-04
CPE	.366	.891	-.106	.138	8.572E-02	.137	1.782E-02	-1.759E-03	4.427E-02	1.239E-02	3.257E-02	-6.638E-04
PFI	-.393	-.876	.105	-9.155E-02	-3.826E-02	-8.234E-02	-8.023E-03	1.586E-03	-4.898E-02	-2.749E-02	2.344E-02	-1.022E-02
DAP	-.416	-.867	.112	-8.821E-02	-4.939E-02	-8.571E-02	-1.078E-02	3.895E-02	-5.345E-02	-2.405E-02	4.884E-02	8.121E-03
EST 6	-.193	-.828	-.159	-9.168E-02	-.160	-4.172E-03	9.491E-02	-.100	-3.584E-02	-2.538E-03	-1.715E-02	5.889E-03
NVR	.334	.802	3.366E-02	.109	4.047E-02	.109	-2.600E-02	-5.294E-02	5.972E-02	-.150	3.661E-02	8.198E-03
EST 5	2.171E-02	.777	.368	.224	.122	-4.369E-02	-1.881E-02	-.146	-3.547E-02	-2.334E-02	5.375E-02	-7.081E-03
WAP	-.251	-.773	.131	-.172	-7.091E-02	-9.553E-02	-1.658E-02	-2.466E-02	-4.926E-02	-3.504E-02	.134	3.254E-02
LAN 3	.358	.750	.300	9.584E-02	1.669E-02	-.108	.215	8.668E-02	.148	3.422E-02	-2.233E-02	2.444E-02
LGY	6.723E-02	.750	.359	8.970E-02	.236	8.925E-02	.114	-6.948E-02	-6.288E-02	-2.133E-02	-2.809E-02	8.522E-02
PER 13	.295	.739	-9.823E-02	8.100E-02	6.897E-02	.114	4.619E-02	-5.177E-02	6.030E-02	6.001E-04	.229	-5.942E-02
LAN 1	.336	.734	.277	.175	.168	-8.984E-02	.196	8.080E-02	.112	3.885E-03	-2.649E-03	-4.837E-03
EST 3	7.521E-02	-.733	.128	-.106	8.353E-02	-8.699E-02	.119	-.135	-3.656E-02	.204	-2.929E-02	3.288E-02
EST 8	-8.404E-02	-.732	.383	-5.622E-02	-1.945E-02	-.195	2.693E-02	1.185E-02	-4.899E-02	-.275	-5.893E-02	7.260E-03
LAN 2	.401	.717	.285	.148	6.069E-02	-9.112E-02	.215	6.387E-02	8.063E-02	-7.515E-03	-3.663E-02	3.460E-02

ตารางที่ 4.48 (ต่อ)

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EST 9	-.132	.711	.612	.201	.170	1.889E-02	8.656E-02	-1.205E-02	2.751E-02	4.158E-03	1.736E-02	-4.033E-03
RAF	-.663	-.710	9.644E-02	-.122	-2.865E-02	-.117	-2.587E-02	-5.506E-03	1.523E-02	-1.265E-02	-1.396E-02	2.005E-02
PER 14	.277	.703	-.110	.118	6.275E-02	-4.326E-03	4.412E-02	-5.707E-02	5.170E-02	2.571E-02	.227	-8.345E-02
LOV	.278	.647	-.111	.268	.250	6.046E-03	8.352E-02	3.682E-02	-9.149E-02	1.823E-02	-4.427E-02	.221
LCA	.580	.636	.120	.234	.218	6.676E-02	.123	.179	-4.160E-02	-6.654E-03	1.208E-02	-2.312E-02
DEA	-.573	-.608	.170	-3.017E-02	-6.647E-02	-4.837E-02	-4.568E-02	.154	-4.152E-02	-2.782E-02	.111	7.221E-02
PER 11	.254	.583	-3.758E-02	6.238E-02	5.844E-02	.262	4.888E-02	.109	-1.427E-02	-1.126E-02	.306	.136
EST 10	-.205	-.536	3.888E-02	1.770E-02	-4.676E-02	-5.768E-02	8.863E-02	6.104E-02	-6.324E-03	-2.591E-03	.445	.170
PER 16	-.363	.531	-.385	-3.268E-02	.159	6.920E-02	-.187	-.261	6.868E-02	-2.886E-02	7.043E-02	3.283E-02
RBU	.518	7.050E-02	-.813	-9.384E-02	-.111	.115	-8.213E-02	1.215E-02	1.250E-02	7.585E-03	1.253E-02	3.994E-03
EST 4	.518	7.050E-02	-.813	-9.384E-02	-.111	.115	-8.213E-02	1.215E-02	1.250E-02	7.585E-03	1.253E-02	3.994E-03
EST 7	.518	7.050E-02	-.813	-9.384E-02	-.111	.115	-8.213E-02	1.215E-02	1.250E-02	7.585E-03	1.253E-02	3.994E-03
MDH 3	-9.457E-02	-.282	.687	.126	6.365E-02	6.647E-03	-2.829E-02	.281	-.282	-6.324E-05	-9.493E-02	-3.225E-02
EST 1	.329	5.707E-02	-.594	-.113	-4.883E-02	.213	5.764E-02	-4.420E-03	-.193	4.360E-02	-6.526E-02	-3.298E-02
PER 3	.350	2.513E-02	-.548	-.157	-5.266E-02	.227	.123	.267	7.926E-02	5.069E-02	-5.549E-02	2.363E-03
PER 8	.381	8.959E-02	.504	-4.901E-02	.140	-3.120E-04	2.524E-02	-1.973E-02	.106	.145	5.182E-03	-1.450E-03
EST 2	.257	-1.033E-02	-.497	1.038E-02	-.146	.198	.392	-7.473E-02	9.420E-02	3.821E-02	2.427E-02	-2.875E-02
PER 2	.354	4.801E-02	.425	.300	5.201E-02	-1.945E-02	-5.298E-02	-6.347E-02	3.651E-02	5.009E-02	-6.288E-03	5.428E-03

ตารางที่ 4.48 (ต่อ)

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
WPE 5	.129	.279	.194	.840	2.366E-02	.112	1.451E-02	-2.206E-02	-1.994E-02	-7.884E-03	-4.614E-02	6.675E-02
WPE 4	.201	.257	.210	.793	-5.983E-03	9.006E-02	3.647E02	-5.615E-02	-5.757E-02	5.031E-02	-1.871E-03	4.493E-03
WPE 1	.241	.356	7.293E-02	.770	.147	2.267E-02	.100	-1.194E-02	-2.714E-02	2.808E-02	-1.954E-02	3.462E-02
WPE 2	.246	.340	-.120	.750	.241	3.848E-02	-4.771E-02	6.662E-02	9.593E-02	4.472E-02	1.568E-02	-9.530E-03
WPE 3	.290	.373	.240	.737	.178	1.681E-02	.122	1.408E-02	4.025E-02	7.496E-02	8.516E-03	-4.890E-02
LPE 2	-.392	.227	.124	.561	.459	-.114	.122	.297	-4.842E-02	-.109	-3.787E-02	6.085E-02
LFI 1	-7.544E-02	.237	.181	.116	.866	1.384E-02	4.559E-02	-4.637E-02	1.598E-02	7.647E-02	-1.853E-02	4.682E-03
LFI 2	3.595E-02	.305	.182	.139	.840	6.663E-02	5.314E-02	-2.883E-02	-8.302E-02	5.068E-02	-8.428E-02	8.567E-02
LFI 3	-9.950E-02	.326	.141	.129	.832	8.720E-02	5.277E-02	-2.714E-02	3.036E-02	5.193E-02	-6.437E-02	-3.624E-02
LSTY	-.181	9.121E-02	4.618E-02	.188	.619	-.131	-.138	.286	.114	-.209	.230	-.174
LBF	-.254	.202	-.227	3.274E-02	.123	.790	-8.509E-02	-5.662E-03	.118	3.983E-02	9.406E-02	1.741E-02
LLE	.373	.447	-.193	.134	1.944E-02	.713	2.208E-02	6.215E-02	-2.038E-02	-4.274E-02	-3.398E-02	-5.965E-03
WBF	.315	.360	-.366	9.866E-02	-8.864E-02	.634	4.684E-02	-9.460E-02	-2.642E-02	-3.944E-02	-5.244E-02	-1.151E-02
WLE	.472	.522	-.253	.162	-5.436E-02	.548	8.993E-02	8.635E-03	-6.293E-02	-5.240E-02	-4.357E-02	-4.255E-02
LRE	.221	.488	.126	.267	.245	-4.206E-02	.616	6.150E-02	-4.870E-02	-2.130E-02	.107	-9.929E-03
LBU	.437	.465	5.728E-02	.222	.234	-2.077E-02	.525	4.800E-02	-5.938E-02	-4.701E-02	.110	-2.501E-02

ตารางที่ 4.48 (ต่อ)

Variable	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PER 6	-230	.184	7.151E-03	5.054E-03	2.906E-02	1.263E-02	-3.215E-02	-1.126E-02	.781	-1.932E-02	1.907E-02	-7.822E-02
SKDH 2	-.467	-3.579E-02	.359	-7.328E-02	5.247E-03	3.064E-02	-.165	.222	-.473	7.639E-02	.173	-.282
PER 12	-4.557E-02	.243	-.278	-.140	-.234	.232	2.041E-03	.286	.374	.114	-6.968E-02	-5.814E-02
PER 7	.336	9.844E-02	.409	.132	7.957E-02	-5.942E-02	.111	-2.773E-02	-3.961E-02	.720	1.199E-02	-5.076E-02
PER 10	.351	.130	.443	-3.505E-02	1.532E-02	-3.461E-02	.147	-1.949E-02	-1.153E-02	-.693	-2.319E-02	2.553E-02
PER 4	-8.435E-02	-.202	8.738E-03	6.213E-02	3.670E-02	-2.712E-02	-2.071E-02	3.082E-02	3.849E-03	-1.875E-02	-.811	-2.349E-04
PER 5	-.118	-4.431E-02	-1.034E-02	7.408E-02	-3.728E-02	-2.418E-02	-2.230E-03	-2.319E-02	-5.588E-02	-5.920E-03	2.704E-02	.898
PER 15	-8.725E-02	.306	.114	-8.954E-02	.158	.214	-.306	8.743E-02	.343	-2.895E-02	.141	.374

ตารางที่ 4.49 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา
ของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย
เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	1714.343	95.2	95.2	1.000	.000	1564.567	57	.000
2	70.058	3.9	99.1	.993	.001	763.975	36	.000
3	16.171	.9	100.0	.970	.058	305.649	17	.000

ตารางที่ 4.50 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐานจากการวิเคราะห์
ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์
ของชงโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12

Variable	Function		
	1	2	3
ACP 1	.725	.302	-.518
ACP 2	-.384	-.085	.133
EST 1	.010	.131	-.301
EST 8	-.218	.285	.344
GOT 1	.182	.015	.363
GOT 2	-.039	-.275	-.375
GOT 3	-.193	.131	.316
LAN 2	.230	-.042	.491
LPCL 3	.101	-.562	.094
MDH 2	.467	.172	.673
MDH 3	-.260	.232	.152
NVR	.171	-.217	.361
PER 10	.477	.060	.662
PER 11	.265	-.439	-.037
PER 14	.128	-.356	-.018
PER 7	.300	.135	.797
PFI	-.240	.506	.075
RAF	-.376	.915	-.009
SKDH 1	.160	.176	.472

ตารางที่ 4.51 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ของชงโคดำในประเทศไทย ที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนกกับสมการจัดจำแนก

Variable	Function		
	1	2	3
ACP 1	.659*	.321	-.251
ACP 2	-.386*	-.085	.181
MDH 2	.385*	.211	.269
MDH 1 ^a	.346*	.186	.241
GOT 2	.335*	.159	-.194
SKDH 1	.313*	.165	.116
GOT 1	.199*	.102	.011
WCA ^a	-.165*	-.044	.026
DPA ^a	.156*	-.076	.053
LOV ^a	-.155*	-.153	.010
WBF ^a	.151*	.071	-.059
LRE ^a	-.146*	-.099	.024
LLE ^a	.143*	.015	-.118
TRA ^a	.143*	-.066	.059
PER 1 ^a	.137*	.126	.019
WLE ^a	.134*	-.011	-.094
LBU ^a	-.133*	-.053	.049
EST 6 ^a	.124*	.124	-.056
NSV ^a	-.123*	.033	-.076
LBF ^a	.122*	-.045	-.103
LPE 3 ^a	-.115*	-.044	.093
PER 6 ^a	.101*	.050	-.008
PER 3 ^a	.091*	.014	.032
EST 10 ^a	.017*	.013	.000
PER 15 ^a	-.011*	.009	.000

ตารางที่ 4.51 (ต่อ)

Variable	Function		
	1	2	3
RAF	-.189	.500*	-.058
PFI	-.063	.321*	-.048
DAP ^a	-.051	.252*	.001
PER 13 ^a	.153	-.218	-.060
LAP ^a	.158	-.216*	.040
EST 8	-.017	.171*	.119
PER 4 ^a	-.069	.158*	.009
NVR	.029	-.151*	.090
NBU ^a	.122	-.150*	-.138
LPCL 3	.068	-.144*	.034
PER 12 ^a	.068	.121*	-.015
EST 5 ^a	-.101	-.112*	.063
PER 14	.019	-.110*	.019
WPE 5 ^a	-.014	-.100*	-.076
LPCL 1 ^a	-.050	-.096*	.014
LPE 5 ^a	-.057	-.084*	.056
PER 11	.015	-.083*	.015
PER 2 ^a	-.049	.077*	.039
PER 5 ^a	.052	.070*	-.014
WPE 1 ^a	.061	.063*	-.008
EST 3 ^a	.040	.050*	.032
LPCL 5 ^a	.037	-.044*	-.024
LPCL 2 ^a	-.012	-.023*	.016
LAN 1 ^a	-.039	-.146	.257*
LAN 2	.031	-.108	.227*
MDH 3	-.007	.056	.215*
LGY ^a	.027	-.192	.202*
EST 1	.012	-.005	-.193*

ตารางที่ 4.51 (ต่อ)

Variable	Function		
	1	2	3
LFI 1 ^a	-.003	.048	.189*
GOT 3	.022	-.030	.185*
EST 2 ^a	.130	-.011	-.180*
LSTY ^a	-.105	.002	.178*
LAN 3 ^a	.015	-.153	.174*
LPE 4 ^a	-.117	.017	.169*
LFI 2 ^a	.005	-.018	.157*
LPE 2 ^a	-.031	-.057	.142*
SKDH 2 ^a	.116	-.055	.139*
PER 7	.010	.013	.137*
PER 10	.010	.013	.137*
RBR ^a	.074	.107	.129*
LCA ^a	.037	-.116	.125*
LPCL 4 ^a	-.057	-.037	-.117*
LPE 1 ^a	-.077	.045	.115*
WPE 4 ^a	-.013	-.017	.112*
PER 8 ^a	-.056	.057	.102*
PER 16 ^a	-.073	.041	-.102*
LFI 3 ^a	-.051	.074	.101*
DEA ^a	.001	-.049	.068*
WAP ^a	-.026	.057	.059*
WPE 2 ^a	.046	.027	.059*
WPE 3 ^a	-.031	-.020	-.048*

* แสดงว่า ลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

a แสดงว่า ลักษณะนั้นไม่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.52 เปอร์เซนต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และลักษณะแบบแผน
ไอโซไซม์ของงูโคดำในประเทศไทย เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-12

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร			
		1	4	6	8
1	30	30 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	30	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6	30	0 (0%)	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)
8	30	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	30 (100%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 100 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.53 ค่าไอเกนของแกนปัจจัยและค่าความแปรผันจากการวิเคราะห์ปัจจัย
ลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของชงโคดำ ชงโค
และกาหลง

Factor	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %
1	29.073	39.288	39.288
2	20.252	27.367	66.655
3	9.500	12.838	79.493
4	4.952	6.691	86.185
5	1.998	2.700	88.885
6	1.364	1.843	90.728
7	1.145	1.548	92.276

ตารางที่ 4.54 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆของใบ ดอก เรณู และฝัก
ในแกนปัจจัย (ก่อนการหมุนแกน) และค่า communality จากการ
วิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของ
ชงโคดำ ชงโค และกาหลง

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
HAB	.994	-3.300E-02	3.354E-02	4.402E-02	-8.031E-03	1.626E-03	-4.834E-02	0.994
SSEE	.994	-3.300E-02	3.354E-02	4.402E-02	-8.031E-03	1.626E-03	-4.834E-02	0.994
ESC	.994	-3.300E-02	3.354E-02	4.402E-02	-8.031E-03	1.626E-03	-4.834E-02	0.994
RBR	.967	-1.079E-02	-9.683E-03	6.596E-02	3.943E-02	-1.974E-02	-4.707E-02	0.943
WSEE	.949	9.413E-02	.201	-.131	1.114E-02	2.823E-02	3.084E-02	0.969
CAN	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
SSTI	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
SPE	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
SPOD	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
CSTY	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
CFI	.940	.282	-3.325E-02	-.150	8.988E-02	-1.114E-02	-8.538E-04	0.995
CPE	.927	.320	7.379E-03	.103	-8.723E-02	1.616E-02	-.109	0.991
LSEE	-.918	.121	.226	-.132	3.361E-02	-1.591E-03	5.024E-02	0.929
TPO	-.916	-6.296E-02	-.369	8.590E-03	-5.864E-03	-1.443E-02	4.790E-02	0.990

ตารางที่ 4.54 (ต่อ)

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
WPE 4	.913	8.815E-02	.185	.228	.142	1.307E-02	4.342E-02	0.951
TRA	-.911	-.100	-.315	.202	-4.523E-02	3.580E-02	1.069E-02	0.984
WPE 5	.911	9.076E-02	.191	.246	.134	-4.868E-03	5.987E-02	0.957
WPOD	-.899	-.248	.115	7.569E-02	-.117	-1.918E-02	-4.124E-04	0.903
NANT	.878	-.147	-.398	.199	-2.388E-02	-1.492E-02	-3.848E-02	0.992
TBU	.878	-.147	-.398	.199	-2.388E-02	-1.492E-02	-3.848E-02	0.992
TLE	.878	-.147	-.398	.199	-2.388E-02	-1.492E-02	-3.848E-02	0.992
DEA	.868	-.333	.285	-1.083E-02	3.758E-02	1.882E-02	4.703E-03	0.947
SPO	.866	.486	-4.194E-02	-7.460E-02	1.535E-02	1.630E-03	-5.147E-02	0.996
HLE	.866	.486	-4.194E-02	-7.460E-02	1.535E-02	1.630E-03	-5.147E-02	0.996
HUE	.866	.486	-4.194E-02	-7.460E-02	1.535E-02	1.630E-03	-5.147E-02	0.996
HOV	.866	.486	-4.194E-02	-7.460E-02	1.535E-02	1.630E-03	-5.147E-02	0.996
LRE	-.861	.303	-.103	.222	5.071E-02	3.974E-02	4.385E-02	0.899
CSTI	.828	.436	.138	-.286	.128	-7.754E-03	1.645E-02	0.993
WPE 3	.806	.208	.108	.414	.225	-7.737E-03	9.937E-02	0.936
WPE 1	.804	.200	.101	.425	.177	-2.492E-02	.118	0.924
DPA	.781	-.198	-.206	.434	-.106	9.158E-02	-.126	0.915
LAN 1	-.766	.496	-.168	.190	5.547E-02	.131	2.235E-03	0.917
LAN 2	-.757	.502	-.165	.172	6.183E-02	.148	2.630E-03	0.907
LAN 3	-.753	.502	-.165	.173	6.014E-02	.161	1.204E-03	0.906
LSTY	-.721	4.714E-03	-.105	.458	-6.058E-02	-.134	-3.202E-02	0.764
WBF	.701	.388	.157	-7.603E-02	-.321	1.799E-02	.231	0.829
NSEE	.699	2.226E-02	.553	5.305E-02	-9.659E-02	3.209E-02	-.126	0.824
LFI 1	-.688	.251	.507	.120	2.587E-02	-.123	-3.338E-02	0.825
LLE	.663	.407	2.964E-02	5.108E-03	-.402	8.855E-02	.390	0.928
LFI 3	-.659	.339	.519	.115	-1.181E-02	-.106	-2.064E-02	0.844
LFI 2	-.645	.346	.516	.114	2.203E-02	-.108	-1.454E-02	0.827
NVR	-.602	.569	-.375	.212	-.136	4.043E-02	7.172E-02	0.898
NSV	-.599	-.472	.226	.187	-1.156E-02	.216	.250	0.777
WAP	-.534	-.511	.409	-.302	.189	-4.101E-02	.194	0.879
TAP	-.451	.809	.275	-2.305E-02	-.143	4.148E-02	-.109	0.968

ตารางที่ 4.54 (ต่อ)

Variable	Factor							Communality
	1	2	3	4	5	6	7	
PAP	-.451	.809	.275	-2.305E-02	-.143	4.148E-02	-.109	0.968
NBU	-.355	-.799	.215	2.519E-02	-3.230E-02	-5.893E-02	-1.954E-02	0.816
DAP	-.516	-.778	.120	-.121	.166	-3.906E-02	.183	0.963
PFI	-.586	-.738	5.726E-02	-.104	.158	-4.390E-02	.186	0.963
LPCL 2	-.596	.735	-.153	-.112	2.270E-02	-.148	-2.487E-03	0.955
LPCL 3	-.623	.719	-.214	-5.651E-02	3.024E-02	-9.479E-02	3.608E-03	0.965
LPCL 1	-.622	.718	-.223	-7.041E-02	3.986E-02	-7.953E-02	1.333E-02	0.965
LCA	-.569	.713	-.147	.183	.127	4.525E-02	5.074E-02	0.908
LOV	-.328	.697	3.049E-02	.238	-.103	-2.809E-02	-6.927E-02	0.668
CBU	.518	.692	-.130	-.410	.216	-2.786E-02	7.639E-02	0.985
LPCL 5	-.607	.686	-.343	-4.945E-02	7.330E-02	-7.498E-02	4.165E-02	0.972
LPCL 4	-.604	.681	-.342	-4.355E-02	7.497E-02	-7.964E-02	5.809E-02	0.963
RPOD	-.399	.629	-.499	-.324	.211	-4.229E-02	.124	0.969
LAP	-.376	.618	.614	-6.782E-02	-.112	9.804E-02	-.123	0.942
LBU	-.464	.604	-2.975E-02	.238	.182	6.311E-02	8.446E-02	0.683
WLE	.567	.591	5.214E-02	-7.113E-02	-.342	8.967E-02	.333	0.915
LGY	-.558	.563	.363	.249	-2.206E-02	.108	-6.420E-02	0.839
LPE 5	.143	3.092E-02	.934	.198	-3.188E-03	-6.303E-02	-4.630E-02	0.938
LPE 4	.166	2.775E-02	.929	.184	4.129E-03	-5.660E-02	-6.868E-02	0.933
LPE 1	.178	.125	.915	.212	7.496E-02	-3.118E-02	-2.652E-02	0.937
LPE 3	.192	.123	.915	.210	.113	-4.789E-02	-1.471E-02	0.949
LPE 2	.136	.220	.856	.340	.128	-6.672E-02	-9.265E-03	0.936
RAF	-.320	-.306	.847	-.244	5.283E-02	2.935E-02	4.681E-02	0.980
LEN	-.363	.239	.813	-.319	5.562E-02	2.276E-02	-6.226E-03	0.955
WPE 2	.303	.249	-.304	.660	.148	-.276	.133	0.798
RBU	3.221E-02	.463	.421	-.604	-.124	-.294	-8.641E-02	0.867
LBF	.466	.157	.370	.104	-.581	1.847E-02	.352	0.851
WCA	.372	.361	.293	7.700E-03	.518	.267	.388	0.845
LPOD	-5.541E-02	5.618E-02	.155	-.138	3.168E-02	.718	-.235	0.621

ตารางที่ 4.55 ค่า factor loading ของลักษณะต่างๆ ของใบ ดอก เรณู และฝัก
 ในแกนปัจจัย (หลังการหมุนแกน) จากการวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะ
 สัตว์ฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝัก ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
SPO	.990	-6.338E-02	1.666E-02	5.847E-02	8.834E-02	-6.719E-03	4.113E-03
HLE	.990	-6.338E-02	1.666E-02	5.847E-02	8.834E-02	-6.719E-03	4.113E-03
HUE	.990	-6.338E-02	1.666E-02	5.847E-02	8.834E-02	-6.719E-03	4.113E-03
HOV	.990	-6.338E-02	1.666E-02	5.847E-02	8.834E-02	-6.719E-03	4.113E-03
CAN	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
SSTI	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
SPE	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
SPOD	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
CSTY	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
CFI	.953	-.278	-1.696E-02	2.169E-02	4.226E-02	8.343E-02	-2.188E-02
CSTI	.952	-.130	.128	-.175	3.672E-02	.146	2.133E-03
CPE	.921	-.223	8.636E-02	.224	.138	-.125	2.627E-02
WPOD	-.897	.263	8.012E-02	-.113	-1.669E-02	-9.471E-02	6.411E-03
PFI	-.871	-.311	-7.220E-02	-.145	-.153	.228	-8.282E-02
CBU	.869	.271	-.127	-.288	-3.442E-02	.231	-4.127E-02
DAP	-.835	-.391	-2.083E-02	-.160	-.153	.239	-7.300E-02
TRA	-.815	.469	-.275	.114	-7.353E-02	-6.931E-02	9.637E-03
NSV	-.814	-7.716E-02	.159	7.841E-02	.117	.210	.140
HAB	.794	-.557	5.475E-02	.208	8.030E-02	-2.627E-02	-5.104E-03
SSEE	.794	-.557	5.475E-02	.208	8.030E-02	-2.627E-02	-5.104E-03
ESC	.794	-.557	5.475E-02	.208	8.030E-02	-2.627E-02	-5.104E-03
RBR	.788	-.513	2.722E-02	.235	3.851E-02	-6.178E-03	-3.200E-02
TPO	-.780	.497	-.349	1.526E-02	-9.803E-02	-2.063E-02	-4.497E-02
WPE 4	.763	-.406	.263	.339	5.440E-02	.126	-2.936E-02
WPE 5	.757	-.402	.273	.351	6.927E-02	.127	-5.197E-02
NBU	-.736	-.498	.111	-4.628E-02	-9.594E-02	-4.526E-02	-3.061E-02
WBF	.734	-9.630E-02	.140	-4.119E-02	.508	-6.043E-04	-3.482E-02
WSEE	-.726	.541	.152	-.341	-6.057E-02	4.830E-02	6.318E-02
WLE	.725	.158	4.994E-02	-3.948E-02	.596	6.827E-02	-1.934E-03

ตารางที่ 4.55 (ต่อ)

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
WPE 3	.720	-.213	.256	.512	2.788E-02	.188	-8.780E-02
WPE 1	.708	-.219	.249	.518	7.209E-02	.165	-.109
WAP	-.699	-.222	.239	-.421	-.121	.300	-4.019E-02
LSEE	-.687	.544	.182	-.345	-6.235E-02	7.148E-02	2.969E-02
LLE	.687	-3.593E-02	1.801E-02	6.275E-02	.668	6.317E-02	-2.895E-02
LSTY	-.643	.455	2.246E-02	.304	-4.892E-02	-.163	-.146
NANT	.641	-.512	-.329	.445	4.056E-02	-7.993E-02	-6.734E-02
TLE	.641	-.512	-.329	.445	4.056E-02	-7.993E-02	-6.734E-02
TBU	.641	-.512	-.329	.445	4.056E-02	-7.993E-02	-6.734E-02
NSEE	.549	-.428	.549	2.257E-02	.131	-.104	9.635E-02
LPCL 3	-.102	.949	-.127	-.169	-4.659E-02	-1.776E-02	-8.732E-02
LPCL 1	-9.945E-02	.947	-.140	-.176	-4.727E-02	6.691E-05	-7.578E-02
LCA	-9.541E-02	.940	-7.317E-03	7.683E-02	-4.201E-02	9.051E-02	1.112E-02
LPCL 5	-.100	.933	-.252	-.117	-6.666E-02	3.301E-02	-9.281E-02
LPCL 2	-6.618E-02	.932	-7.680E-02	-.240	-4.646E-02	-2.945E-02	-.127
LPCL 4	-.102	.928	-.251	-.110	-5.852E-02	4.425E-02	-.103
LAN 1	-.376	.867	-6.265E-02	7.146E-02	-4.805E-02	2.580E-02	.111
LAN 2	-.363	.865	-6.485E-02	5.703E-02	-4.936E-02	3.643E-02	.127
LAN 3	-.360	.863	-6.556E-02	6.062E-02	-4.623E-02	3.756E-02	.141
NVR	-.200	.863	-.243	.134	4.403E-02	-.184	3.405E-02
TAP	4.858E-02	.861	.344	-.241	.114	-.144	.114
PAP	4.858E-02	.861	.344	-.241	.114	-.144	.114
LBU	-8.189E-02	.787	.106	.134	-4.760E-02	.158	1.734E-02
DEA	.520	-.776	.237	.101	5.616E-02	6.465E-02	1.823E-02
LOV	7.033E-02	.770	.174	9.092E-02	9.051E-02	-.150	-8.705E-03
RPOD	8.910E-02	.769	-.476	-.273	-.132	.211	-8.624E-02
LRE	-.568	.753	-1.432E-02	7.185E-02	-5.616E-02	2.927E-02	1.509E-02
LGY	-.209	.742	.468	1.156E-02	4.867E-02	-4.589E-02	.144
LFI 2	-.385	.572	.564	-.172	-1.575E-02	-1.223E-02	-5.359E-02
LFI 3	-.403	.572	.565	-.177	4.879E-03	-3.757E-02	-4.776E-02

ตารางที่ 4.55 (ต่อ)

Variable	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
LPE 3	.152	-9.668E-02	.953	-2.451E-03	3.018E-02	8.802E-02	4.537E-03
LPE 1	.139	-8.918E-02	.950	-5.382E-03	5.329E-02	5.930E-02	2.551E-02
LPE 5	5.649E-02	-.156	.950	-3.546E-02	8.263E-02	-1.019E-02	7.331E-03
LPE 2	.146	3.708E-02	.945	.116	2.586E-02	7.854E-02	-2.916E-02
LPE4	7.871E-02	-.171	.944	-4.180E-02	6.531E-02	-1.866E-02	2.020E-02
LEN	-.172	.242	.713	-.574	3.191E-03	.118	.119
RAF	-.446	-.225	.693	-.465	-7.200E-03	.150	.102
LAP	-4.663E-03	.613	.629	-.332	.108	-9.382E-02	.198
LFI	-.469	.519	.549	-.167	-4.733E-02	-2.915E-02	-6.289E-02
RBU	.334	.226	.317	-.749	4.851E-02	-.119	-.163
WPE 2	.317	.169	-5.691E-02	.716	-7.291E-03	3.613E-02	-.390
DPA	.491	-.502	-9.978E-02	.605	8.518E-02	-.185	6.025E-02
LBF	.347	-.180	.328	2.473E-02	.761	-8.638E-02	-5.605E-02
WCA	.479	8.429E-02	.315	7.019E-02	-1.025E-02	.698	.131
LPOD	5.127E-03	4.452E-02	8.280E-02	-9.933E-02	-4.301E-02	4.943E-02	.773

ตารางที่ 4.56 ค่าสถิติของสมการจัดจำแนกจากการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของ
ใบ ดอก เรณู และฝักของขงโคดำ ขงโค และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจาก
แกนปัจจัยที่ 1-7 ซึ่งมีค่าไอเกนมากกว่า 1

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	1691.960	63.7	63.7	1.000	.000	6270.082	105	.000
2	862.178	32.5	96.2	.999	.000	4147.608	80	.000
3	91.337	3.4	99.6	.995	.000	2217.451	57	.000
4	7.841	.3	99.9	.942	.039	925.436	36	.000
5	1.892	.1	100.0	.809	.346	303.206	17	.000

ตารางที่ 4.57 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการจัดจำแนกที่เป็นคะแนนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์หลัก成份สัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณูและฝัก ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

Variable	Function				
	1	2	3	4	5
DAP	.128	2.300	.385	-.380	.338
DPA	3.317	-.968	-.547	.315	.310
LAN 3	.044	-.124	.194	-.064	.295
LAP	.355	3.431	1.273	.027	.095
LBF	.051	.139	-.298	.475	-.383
LCA	-.190	.115	.198	-.109	.163
LFI 1	.001	-.068	-.288	.191	.132
LGY	.080	.007	-.038	.385	.380
LLE	.171	-.187	.481	-.337	.283
LPCL 2	-.018	-.033	.431	-.339	-.582
LPCL 5	-.005	-.079	.144	-.233	.408
LPE 4	.040	.098	-.145	.268	-.589
NSV	-.082	.039	-.229	.147	.001
NVR	-.075	-.105	.189	.255	.018
RAF	-.038	.526	-.632	.082	.033
RBR	.264	-.018	-.010	-.216	.041
TRA	-3.606	-1.809	-.483	.313	-.157
WAP	-.051	.088	-.054	-.324	.038
WCA	.205	.044	-.030	-.159	.479
WPE 1	-.196	-.167	.134	.209	.206
WSEE	-.225	.293	-.080	-.104	.013

ตารางที่ 4.58 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และฝักของขงโคดำ ขงโค และกาหลงที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก กับสมการจัดจำแนก

Variable	Function				
	1	2	3	4	5
WSEE	-.128*	.089	.046	.003	.033
RBR	.091*	-.032	-.008	-.040	.010
LSTY ^a	-.080*	.040	-.019	.065	.076
WPOD ^a	.065*	-.063	-.015	.052	-.064
WLE ^a	.061*	.038	.051	.019	.024
NSEE	.041	.056*	-.053	-.029	-.014
RAF	-.042	.370	-.540*	.071	.053
DAP	-.064	.028	-.426*	-.366	.181
LPCL 5	-.068	-.013	.326*	-.204	.188
LPCL 1 ^a	-.065	.001	.285*	-.190	.038
LPCL 2	-.052	.012	.284*	-.156	-.151
LPCL 4 ^a	-.030	-.037	.264*	-.220	.132
LPCL 3 ^a	-.030	.009	.211*	-.156	.009
DEA ^a	.084	.047	-.186*	-.098	.091
LPOD ^a	-.094	.072	-.129*	.088	-.076
LEN ^a	-.031	.055	-.073*	.056	-.020
LLE	.024	-.004	.060*	.020	-.011
NBU ^a	.000	.033	-.046*	-.033	-.105
LAP	-.030	.158	.347	.610*	.082
TRA	-.204	-.053	-.045	.458*	.240
DPA	.065	-.065	-.068	.455*	.243
PFI ^a	-.043	-.026	-.374	-.386*	.137
LGY	-.024	.033	.115	.310*	.276
LPE 4	.018	.054	-.028	.259*	-.125

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

Variable	Function				
	1	2	3	4	5
LPE 5 ^a	-.017	.047	-.012	.248*	-.107
NVR	-.049	-.022	.206	.240*	.049
LPE 3 ^a	-.009	.001	.028	.234*	.077
WAP	-.029	.046	-.153	-.224*	.123
LPE 1 ^a	-.010	.034	-.016	.218*	.044
LPE 2 ^a	.008	.025	.016	.205*	.054
WPE 4 ^a	.094	.015	.007	.166*	.109
LFI 2 ^a	-.008	.038	.081	.149*	.045
WPE 5 ^a	.055	.035	.070	.137*	.110
LFI 1	-.024	.036	.026	.134*	.038
LFI 3 ^a	.001	.037	.028	.097*	.011
WBF ^a	.027	.044	.023	.083*	-.025
WCA	.016	.014	.040	-.075	.539*
LAN 3	-.053	.003	.156	.176	.418*
LAN 2 ^a	-.015	-.013	.124	.126	.336*
LAN 1 ^a	-.050	-.021	.128	.176	.321*
LCA	-.035	.001	.185	.073	.283*
WPE 1	.036	-.012	.027	.126	.226*
WPE 3 ^a	.042	.014	.081	.117	.216*
NSV	-.025	.014	-.097	.144	.208*
LBF	.017	.009	.012	.131	-.173*
LBU ^a	-.052	-.032	.046	.005	.169*
LRE ^a	-.050	.006	.056	.003	.152*
LOV ^a	-.013	-.026	.076	.087	.117*
WPE 2 ^a	.051	-.029	.090	.046	.105*
LSEE ^a	.009	-.050	.026	-.039	.101*

* แสดงว่า ลักษณะนั้นมีความสำคัญต่อสมการนั้นมาก

^a แสดงว่า ลักษณะนั้นไม่นำไปใช้ในการวิเคราะห์จัดจำแนก

ตารางที่ 4.59 เปอร์เซ็นต์การทำนายกลุ่มประชากรจากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์
จัดจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาใบ ดอก เรณูและฝัก ของชงโคดำ ชงโค
และกาหลง เมื่อใช้ข้อมูลจากแกนปัจจัยที่ 1-7

ประชากร	จำนวน	การทำนายกลุ่มประชากร					
		1	4	6	8	10	11
1	50	50 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
4	50	0 (0%)	50 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6	50	0 (0%)	0 (0%)	49 (98%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)
8	50	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	49 (98%)	0 (0%)	0 (0%)
10	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	50 (100%)	0 (0%)
11	50	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	50 (100%)

ความถูกต้องของการทำนายกลุ่มจากสมการโดยรวม = 99.3 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ข.

การเตรียมสารเคมีสำหรับการศึกษาไอโซไซม์ของชงโคดำ

1. การเตรียมสารละลายสำหรับทำ polyacrylamide gel

1.1 30% acrylamide mix

ละลาย acrylamide 29 กรัม กับ N, N' Methylene bis-acrylamide ในน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 37°C จนละลายหมดแล้ว ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นามากรองด้วย nalgene filter เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

1.2 1.0 M Tris-HCl pH 6.8

ชั่ง Tris 121.14 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 6.8 ด้วย HCl แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

1.3 1.5 M Tris-HCl pH 8.8

ชั่ง Tris 181.71 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 8.8 ด้วย HCl แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

1.4 10% ammoniumpersulfate

ชั่ง ammoniumpersulfate 1 กรัม ละลายน้ำจนมีปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4°C

2. การเตรียมสารละลาย Tris - glycine electrophoresis buffer pH 8.3 สำหรับการ run gel

ชั่ง Tris 6 กรัม glycine 28.8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จนละลายหมด ปรับ pH เป็น 8.3 เติมน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตร เก็บเป็น stock ไว้ เมื่อจะใช้ก็นำมาผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:9

3. การเตรียมสารละลาย extraction buffer สำหรับสกัดไอโซไซม์

3.1 0.2 M Tris-HCl pH 7.5

ชั่ง Tris 3.016 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนจนละลายหมด เติมกลีเซอรอล 47.10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วปรับ pH เป็น 7.5 โดยใช้ HCl จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

3.2 0.1 M Tris-HCl pH 8.2

ชั่ง Tris 12.11 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนจนละลายหมด ปรับ pH เป็น 8.2 โดยใช้ HCl แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึง 1000 มิลลิลิตร

3.3 100 mM DTT

ชั่ง DTT 771 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร คนจนละลาย
หมด เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0°C

3.4 45 mM EDTA

ชั่ง EDTA 838 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร คนจน
ละลายหมด เก็บไว้ในตู้เย็น

3.5 2% mercaptoethanol

ใช้ปิเปตดูด mercaptoethanol 0.2 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 5
มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

3.6 3% Tween 80

ใช้ปิเปตดูด Tween 80 มา 2.92 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 20
มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.7 0.5% Triton X-100

ใช้ปิเปตดูด Triton X-100 มา 0.5 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 50
มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.8 10% sucrose

ชั่ง sucrose 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนจนละลาย
หมด แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร

4. การเตรียมสารละลาย BPB-Tris-glycine เพื่อใช้เป็น dye marker

ชั่ง Tris 60 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 5 มิลลิลิตร คนจนละลายหมดเติม glycine
288 มิลลิกรัม คนจนละลายเป็นเนื้อเดียว ปรับ pH เป็น 8.3 แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึง 10
มิลลิลิตร จากนั้นเติม BPB 100 มิลลิกรัมลงไป คนให้ละลายหมด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึง
100 มิลลิลิตร

5. การเตรียมสารละลายสีย้อมโปรตีน (staining solution)

ละลาย Coomassie brilliant blue R-250 0.25% ในเมทานอล 45% และ
กรดอะซิติก 7%

6. สารเคมีที่ใช้ในการย้อมสีจำเพาะไอโซไซม์ที่ศึกษาในชงโคดำ

6.1 Acid phosphatase (ACP) E.C. 3.1.3.2 แนว Tanksley และ Orton (1983)

0.2 M Na-acetate buffer, pH 5.0	50 ml
1 α -Naphthyl acid phosphate	1 ml
0.5 M $MgCl_2$	0.5 ml
Fast black K salt	50 mg

6.2 Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) E.C. 2.6.1.1 แนว ชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2538)

0.1 M Phosphate buffer, pH 8.0	50 ml
α -Ketoglutaric acid	50 mg
Aspartic acid	100 mg
Pyridoxal-5-phosphate	5 mg
Fast blue BB salt	75 mg

6.3 α -Esterase (α -EST) E.C. 3.1.1.1 แนว Tanksley และ Rick (1980)

0.1 M Phosphate buffer, pH 6.0	50 ml
1% α -Naphthyl acetate solution	1 ml
Fast blue BB salt	75 mg

6.4 Malate dehydrogenase (MDH) E.C. 1.1.1.37 แนว Conkle และคณะ (1982)

0.05 M Tris-HCl, pH 8.0	75 ml
Malic acid solution, pH 7.0	5 ml
10 mg/ml NAD	1 ml
10 mg/ml NBT	1 ml
5 mg/ml PMS	0.5 ml

6.5 Peroxidase (PER) E.C. 1.11.1.7 แนว ชวนพิศ อรุณรังสิกุล
(2538)

Stock A

3-Amino-9-ethylcarbazole	42 mg
β -Naphthol	29 mg
Acetone	20 ml

Stock B

Tris (hydroxymethyl) aminomethane	120 mg
Acetic acid	0.13 ml
H ₂ O	80 ml

Stock C

30% H ₂ O ₂	0.1 ml
H ₂ O	0.9 ml

6.6 Shikimate dehydrogenase (SKDH) E.C. 1.1.1.25 แนว

Conkle และคณะ (1982)

0.05 M Tris-HCl, pH 8.0	75 ml
Shikimic acid	50 mg
10 mg/ml NADP	1 ml
10 mg/ml NBT	1 ml
5 mg/ml PMS	1 ml

ภาคผนวก ค.

แผนภาพที่ 4.40

เดนโดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบชงโคดำในประเทศไทย

ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

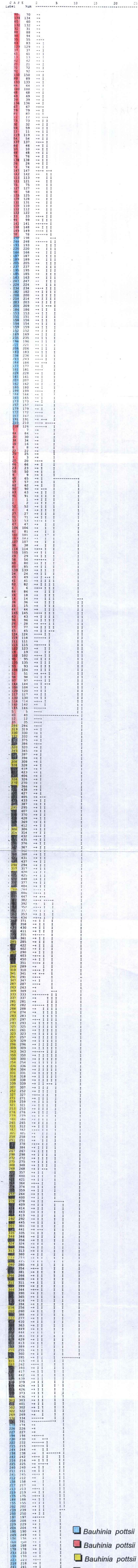
Cluster

Average Linkage (Between Groups)

Dendrogram

***** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS *****

Dendrogram Using Average Linkage (Between Groups)



■ Bauhinia pottsii var. pottsii

■ Bauhinia pottsii var. subsessilis

■ Bauhinia pottsii var. mollissima

■ Bauhinia pottsii var. velutina

แผนภาพที่ 4.41

เดนโดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์หลักและสัณฐานวิทยาของดอกขงโคดำในประเทศไทย
ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

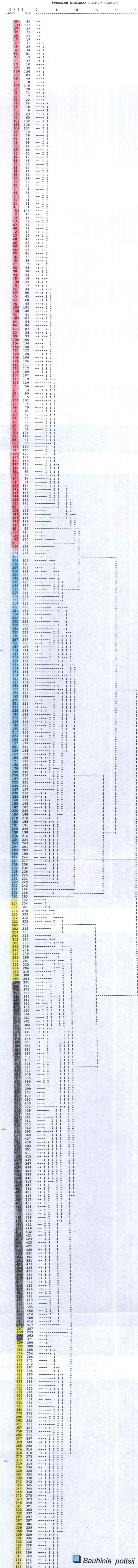
Cluster

Average Linkage (Between Groups)

Dendrogram

***** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS *****

Dendrogram Using Average Linkage (Between Groups)



Bauhinia pottsii var. pottsii

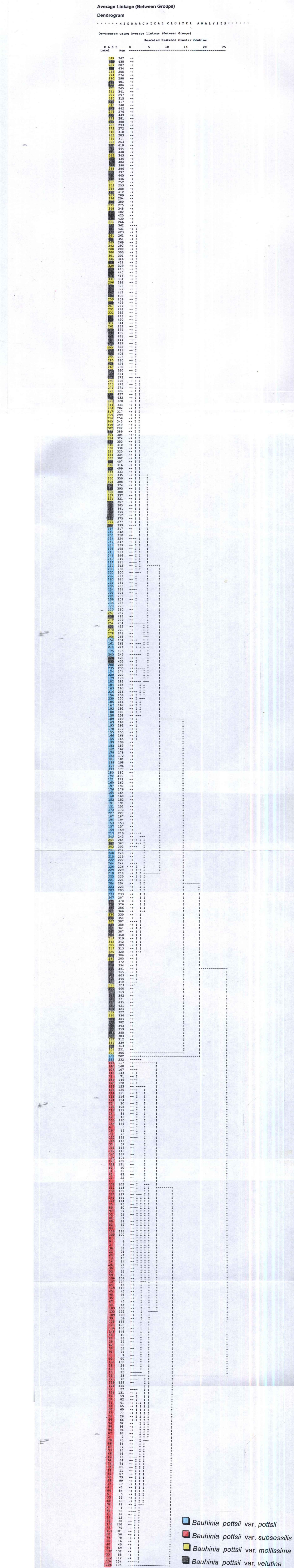
Bauhinia pottsii var. subsessilis

Bauhinia pottsii var. mollissima

Bauhinia pottsii var. velutina

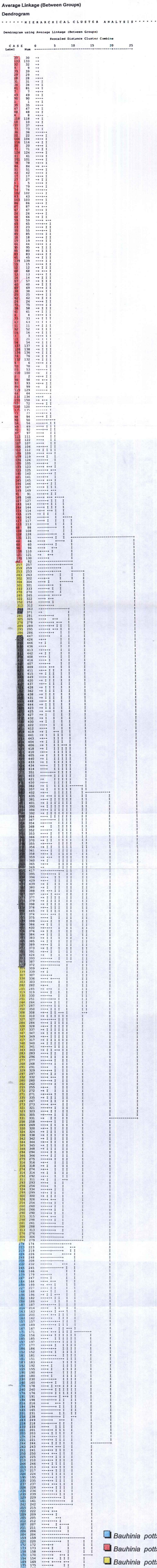
แผนภาพที่ 4.42

แผนผังแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานวิทยาของเรณูขงโคดำในประเทศไทย
ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



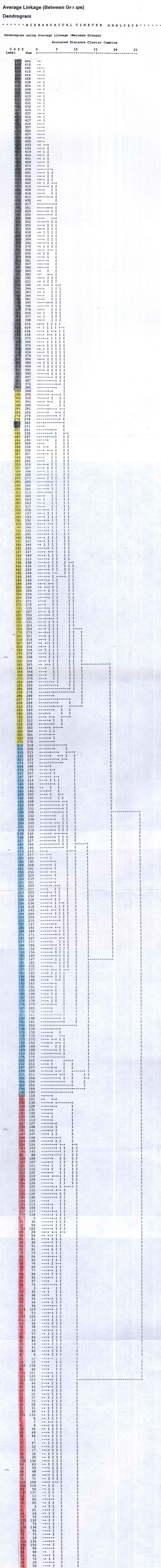
แผนภาพที่ 4.43

เดนโดแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและเรณูของโคดำ
ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



แผนภาพที่ 4.44

แผนผังแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และเรณูชงโคดำ
ในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



แผนภาพที่ 4.45

เดนโดแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทย
ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

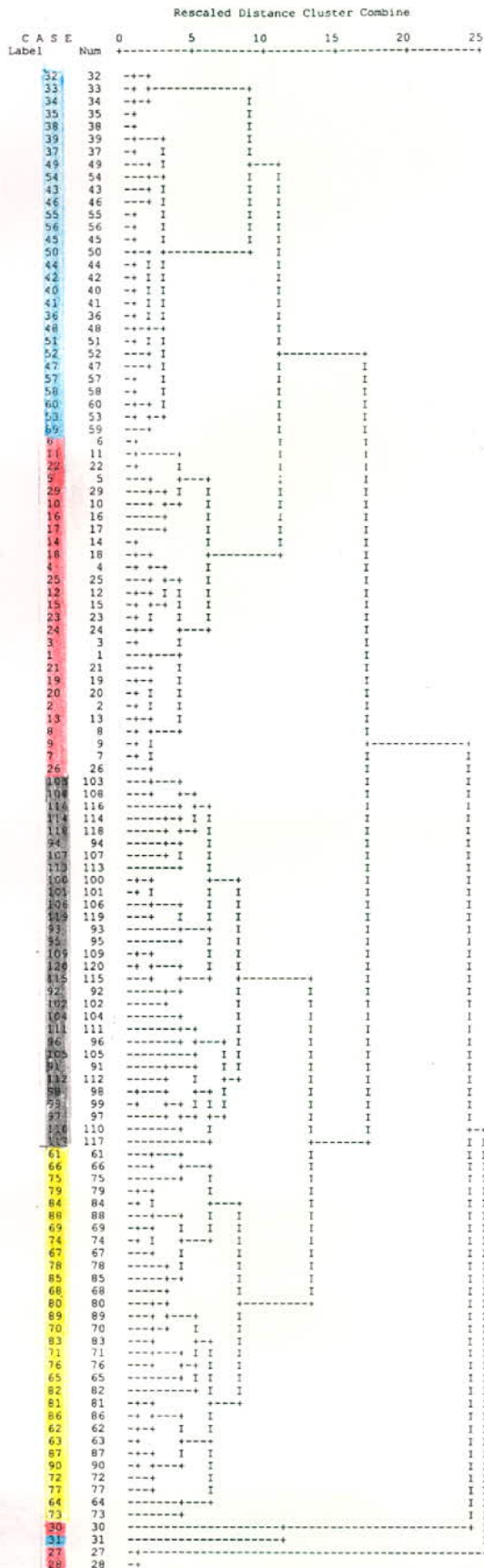
Cluster

Average Linkage (Between Groups)

Dendrogram

***** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS *****

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



 *Bauhinia pottsii* var. *pottsii*

 *Bauhinia pottsii* var. *subsessilis*

 *Bauhinia pottsii* var. *mollissima*

 *Bauhinia pottsii* var. *velutina*

แผนภาพที่ 4.46

เดนโดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู และแบบแผนไอโซไซม์ 6 ระบบของชงโคดำในประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

Cluster

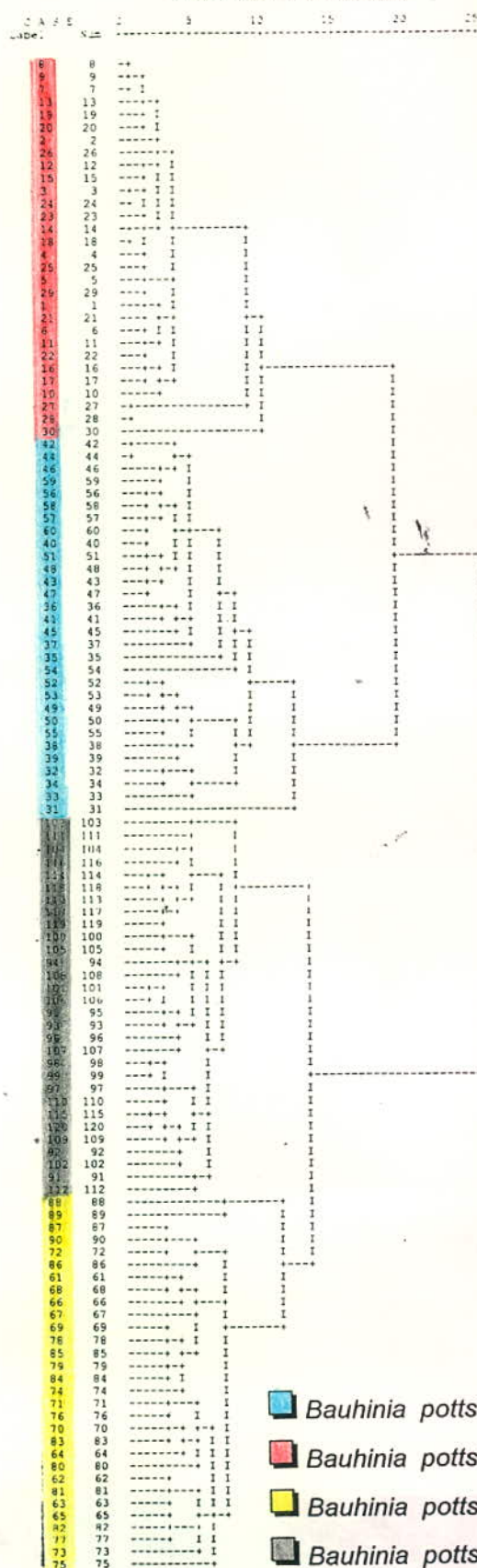
Average Linkage (Between Groups)

Dendrogram

***** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS *****

Dendrogram Using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Clusters Combine



■ Bauhinia pottsii var. pottsii

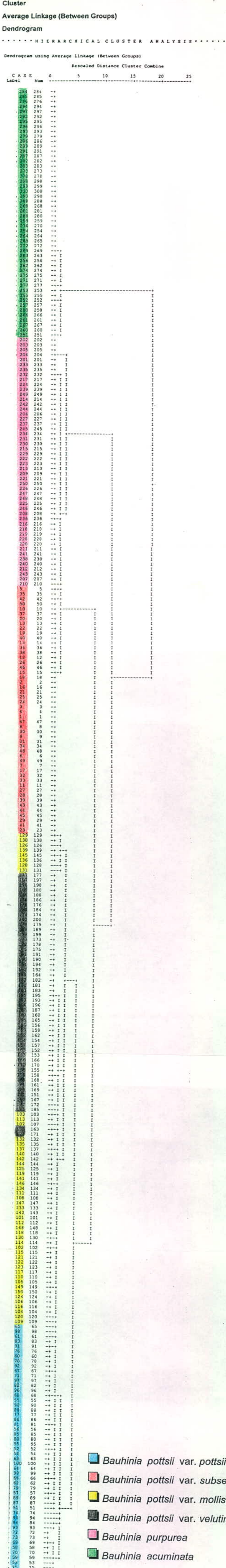
■ Bauhinia pottsii var. subsessilis

■ Bauhinia pottsii var. mollissima

■ Bauhinia pottsii var. velutina

แผนภาพที่ 4.47

เดนโดรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก เรณู ผักและเมล็ด
ของชงโคดำ ชงโค และกาหลง ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม



ประวัติผู้วิจัย

ว่าที่ร้อยตรีสุพจน์ แสงมณี เกิดวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2503 ที่อำเภอบางแพ จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีการศึกษบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางแสน ในปีการศึกษา 2523 และปริญญาโทวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530 แล้วเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ดุริยางค์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538 ปัจจุบันรับราชการที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กรุงเทพมหานคร