BRT 542056

คาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae

นางสาวเอียด คงกุ่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-607-4

P49

โครงการ BRT ชั้น 15 อาคารมหานครยิบซั่ม
539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

637/2543
9 ส.ค. 2543

คาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae

นางละเอียด คงกุ่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-607-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

KARYOTYPE OF ELEPHANT YAM IN FAMILY ARACEAE

Mrs. Laead Kongkung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Genetics

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-334-607-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae
โดย	นางละเอียด คงกุ่ง
ภาควิชา	พฤกษศาสตร์
สาขาวิชา	พันธุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์มงคล เกษประเสริฐ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์มงคล เกษประเสริฐ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

BRT 542056

ละเอียด คงกุ่ง : คาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae (Karyotype of Elephant Yam in Family Araceae) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล อ.ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์มงคล เกษประเสริฐ 124 หน้า. ISBN 974-334-607-4

ศึกษาคาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus* 14 ชนิด และบุกเทียมวงศ์ Taccaceae สกุล *Tacca* 1 ชนิด จากเซลล์ปลายรากด้วยวิธี Feulgen squash เปรียบเทียบกับ วิธี Hematoxylin staining พบว่าวิธี Feulgen squash เป็นวิธีที่ง่ายกว่าและสะดวกกว่า ทำให้เห็นโครโมโซมในระยะเมทาเฟสชัดเจนกว่าวิธี Hematoxylin staining จากการศึกษาบุกทั้ง 15 ชนิด 8 ชนิดมีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 และมีคาริโอไทป์ดังนี้ บุกกาญจนบุรี *Amorphophallus blumei* Schott. $2n = 26 = L^{m}_{14} + L^{sm}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{6}$ บุกเขา *A. corrugatus* N.E.Br. $2n = 26 = L^{m}_{18} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{2}$ บุกอยุธยา *A. bangkokensis* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{4} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{6}$ บุกเนื้อทราย *A. oncophyllus* Prain. $2n = 26 = L^{m}_{4} + L^{sm}_{6} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{10}$ บุกแดง *A. putii* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{8} + M^{m}_{10} + M^{a}_{8}$ อีลอก *A. saraburiensis* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{8} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{4}$ บุกสายน้ำผึ้ง *A. variabilis* Bl. $2n = 26 = L^{m}_{6} + M^{m}_{10} + M^{sm}_{6} + S^{sm}_{2} + S^{a}_{2}$ บุกเต่า *A. sp.* $2n = 26 = L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{12} + M^{a}_{2}$ บุกกลุ่มนี้มีจำนวนเบสิคนัมเบอร์ เท่ากับ 13 จึงมีระดับพลอยดีเป็นดิพลอยด์ อีก 7 ชนิดมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 28 และมีคาริโอไทป์ดังนี้ บุกคางคกเขียวม่วง *A. sp.* $2n = 28 = L^{m}_{12} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{2}$ บุกคางคกเขียวขาว *A. campanulatus* Bl. ex Decne. $2n = 28 = L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{8} + M^{sm}_{10} + M^{a}_{2} + S^{sm}_{2}$ บุกด่าง *A. kerrii* Gagnep. $2n = 28 = L^{m}_{10} + L^{a}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{6}$ บุกโคราช *A. koratensis* Gagnep. $2n = 28 = L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{4} + S^{sm}_{2}$ บุกแสมสาร *A. longituberous* $2n = 28 = L^{m}_{14} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{10}$ บุกงูเหลือม *A. sp.* $2n = 28 = L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{8}$ และบุกเทียมคือเท้ายายม่อม *Tacca leontopelaloides* Ktze. $2n = 28 = L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{6}$ ซึ่งกลุ่มนี้มีจำนวนเบสิคนัมเบอร์เท่ากับ 14 จึงมีระดับพลอยดีเป็นดิพลอยด์ บุกทุกชนิดและบุกเทียมมีคาริโอไทป์เป็นแบบ asymmetrical karyotype คือประกอบด้วยโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric และ acrocentric แต่ไม่มีโครโมโซมชนิด telocentric เลย การศึกษาครั้งนี้มีรายงานการศึกษาจำนวนโครโมโซมมาก่อน 2 ชนิดคือ บุกคางคกเขียวขาว กับ เท้ายายม่อม ที่เหลืออีก 13 ชนิด เป็นรายงานครั้งแรก

ภาควิชา ... พฤกษศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา ...พันธุศาสตร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา....2542.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

4072366723 : MAJOR GENETICS

KEY WORD : *Amorphophallus spp.* / KARYOTYPE

LAEAD KONGKUNG : KARYOTYPE OF ELEPHANT YAM IN FAMILY ARACEAE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WARAWUT CHULALAKSANANUKUL Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : MONGKOL GATEPRASERT. 124 pp. ISBN 974-334-607-4

Karyotypic studies on 14 species of elephant yams of the genus *Amorphophallus,* Family Araceae, and a species of the genus *Tacca*, Family Taccaceae, were carried out in cells from the root tips to compare the Hematoxylin staining and Feulgen squash methods. The Feulgen squash method proved to be easier, more convenient and revealed metaphase chromosomes more clearly than the Hematoxylin staining method. From the 15 species studies, eight species had the chromosome number of 2n = 26 and formular karyotypes as: *Amorphophallus blumei* Schott. $2n = 26 = L^{m}_{14} + L^{sm}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{6}$, *A. corrugatus* N.E.Br. $2n = 26 = L^{m}_{18} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{2}$, *A. bangkokensis* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{4} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{6}$, *A. oncophyllus* Prain. $2n = 26 = L^{m}_{4} + L^{sm}_{6} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{10}$, *A. putii* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{8} + M^{m}_{10} + M^{a}_{8}$, *A. saraburiensis* Gagnep. $2n = 26 = L^{m}_{8} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{4}$, *A. variabilis* Bl. $2n = 26 = L^{m}_{6} + M^{m}_{10} + M^{sm}_{6} + S^{sm}_{2} + S^{a}_{2}$, and *Amorphophallus sp.* $2n = 26 = L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{12} + M^{a}_{2}$. This group of elephant yams showed a basic number (x) = 13, and, therefore, were diploid. Seven species had the chromosome number of 2n = 28 and formular karyotypes as: *Amorphophallus sp.* $2n = 28 = L^{m}_{12} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{2}$, *A. campanulatus* Bl. ex Decne. $2n = 28 = L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{8} + M^{sm}_{10} + M^{a}_{2} + S^{sm}_{2}$, *A. kerrii* Gagnep. $2n = 28 = L^{m}_{10} + L^{a}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{6}$, *A. koratensis* Gagnep. $2n = 28 = L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{4} + S^{sm}_{2}$, *A. longituberous* $2n = 28 = L^{m}_{14} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{10}$, *Amorphophallus sp.* $2n = 28 = L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{8}$, and *Tacca leontopelaloides* Ktze. $2n = 28 = L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{6}$. This group had a basic number (x) = 14, and, therefore, were diploid. All of the elephant yams had an asymmetrical karyotype that consisted metacentric, submetacentric, and acrocentric chromosomes but no telocentric ones. The chromosome number of two species: *Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. and *Tacca leontopelaloides* Ktze. had previously been reported. This was the first report on the other 13 species of elephant yams.

ภาควิชา ... พฤกษศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา ...พันธุศาสตร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา....2542..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับงานวิจัย และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มงคล เกษประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์อรนุช เกษประเสริฐ นักวิชาการเกษตร แห่งกองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของพันธุ์บุก และความรู้เกี่ยวกับบุกอย่างมากมาย จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุมิตรา คงชื่นสิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พรรณี ชิโนรักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พันธ์พิมพ์ วอนขอพร ที่กรุณาตรวจแก้ไขบทคัดย่อให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคุณวรรณชัย ชาแท่น ที่กรุณาเก็บตัวอย่างบุกจากจังหวัดกาญจนบุรีมาให้

ขอขอบคุณน้อง ๆ ในภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542056 จึงขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและครอบครัว ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... .จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญรูป ..... .ฌ

บทที่

1. บทนำ.....1
2. การตรวจเอกสาร.....3
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา.....20
4. ผลการศึกษา..... 26
5. วิจารณ์ผลการศึกษา.....93
6. สรุปผลการศึกษา.....98

รายการอ้างอิง.....101

ภาคผนวก.....105

ประวัติผู้เขียน.....124

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของบุกที่พบในประเทศไทย	5
2	แสดงจำนวนโครโมโซมบุก	17
3	จำนวนโครโมโซมและสถานที่เก็บตัวอย่างของบุกชนิดต่าง ๆ ที่นำมาศึกษา	27
4	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกกาญจนบุรี	30
5	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกกาญจนบุรี	31
6	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกเขา	34
7	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเขา	35
8	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกอยุธยา	38
9	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกอยุธยา	39
10	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกเนื้อทราย	42
11	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเนื้อทราย	43
12	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกแดง	46
13	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกแดง	47
14	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมอีลอก	50
15	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในอีลอก	51
16	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกสายน้ำผึ้ง	54
17	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกสายน้ำผึ้ง	55
18	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกเต่า	58
19	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเต่า	59
20	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกคางคกเขียวม่วง	62
21	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกคางคกเขียวม่วง	63
22	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกคางคกเขียวขาว	66
23	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกคางคกเขียวขาว	67
24	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกด่าง	70
25	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกด่าง	71
26	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกโคราช	74
27	ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกโคราช	75
28	ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกแสมสาร	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

29 ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกแสมสาร.....79
30 ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมบุกงูเหลือม.....82
31 ขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกงูเหลือม.....83
32 ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมเท้ายายม่อม.....86
33 ขนาดและชนิดของโครโมโซมในเท้ายายม่อม.....87
34 การเปรียบคาริโอไทป์ของบุกที่ทำการศึกษา.....91
35 สรุปคาริโอไทป์ของบุกที่ศึกษา.....98

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แผนภาพสรุปโครงสร้างของโครมาทิน	13
2	ลักษณะรูปร่างของโครโมโซมแบบต่าง ๆ ตามตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ (C)	14
3	โครโมโซมที่ได้จากการศึกษาโดยวิธี hematoxylin staining และวิธี Feulgen squash	26
4	ก. ลักษณะภายนอกของก้านใบ ใบ บุกกาญจนบุรี	29
	ข. ช่อดอก บุกกาญจนบุรี	
5	ก. แสดงmitotic metaphase ของบุกกาญจนบุรี	32
	ข. คาริโอแกรมของบุกกาญจนบุรี	
6	ก. ลักษณะภายนอกของก้านใบ ใบของบุกเขา	33
	ข. ลักษณะก้านและช่อดอกบุกเขา	
	ค. ลักษณะช่อดอกของบุกเขา	
7	ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกเขา	36
	ข. คาริโอแกรมของบุกเขา	
8	ลักษณะก้านใบ ใบ ของบุกอยุธยา	37
9	ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกอยุธยา	40
	ข. คาริโอแกรมของบุกอยุธยา	
10	ก. แสดงลักษณะของ ก้านใบ และใบของบุกเนื้อทราย	41
	ข. และ ค. แสดงลักษณะของดอกบุกเนื้อทราย	
	ง. แสดงลักษณะหัวบนใบของบุกเนื้อทราย	
11	ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกเนื้อทราย	44
	ข. คาริโอแกรมของบุกเนื้อทราย	
12	แสดงลักษณะของบุกแดง	45
13	ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกแดง	48
	ข. คาริโอแกรมของบุกแดง	
14	ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของอีลอก	49
	ข และ ค. แสดงลักษณะผลของอีลอก	
15	ก. แสดง mitotic metaphase ของอีลอก	52
	ข. คาริโอแกรมของอีลอก	

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

16 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกสายน้ำผึ้ง.....53
ข. แสดงลักษณะสีและลายของก้านใบบุกสายน้ำผึ้ง

17 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกสายน้ำผึ้ง.....56
ข. คาริโอแกรมของบุกสายน้ำผึ้ง

18 ก. ข. และ ค. แสดงลักษณะใบ และลายก้านใบของบุกเต่า.....57

19 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกเต่า.....60
ข. คาริโอแกรมของบุกเต่า

20 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกคางคกเขียวม่วง.....61
ข. แสดงลักษณะหัวและดอกของบุกคางคกเขียวม่วง

21 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกคางคกเขียวม่วง.....64
ข. คาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวม่วง

22 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกคางคกเขียวขาว.....65
ข. แสดงลักษณะดอกของบุกคางคกเขียวขาว
ค. แสดงลักษณะหัวบุกคางคกเขียวขาว

23 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกคางคกเขียวขาว.....68
ข. คาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวขาว

24 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกด่าง.....69
ข. แสดงลักษณะก้านใบของบุกด่าง

25 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกด่าง.....72
ข. คาริโอแกรมของบุกด่าง

26 ก. แสดงลักษณะก้านใบของบุกโคราช.....73
ข. แสดงลักษณะใบของบุกโคราช

27 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกโคราช.....76
ข. คาริโอแกรมของบุกโคราช

28 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกแสมสาร.....77
ข. แสดงลักษณะดอกของบุกแสมสาร

29 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกแสมสาร.....80
ข. คาริโอแกรมของบุกแสมสาร

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

30 ก. แสดงลักษณะก้านใบของบุกงูเหลือม.....81

ข. แสดงลักษณะดอกบุกงูเหลือม

31 ก. แสดง mitotic metaphase ของบุกงูเหลือม.....84

ข. คาริโอแกรมของบุกงูเหลือม

32 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของเท้ายายม่อม.....85

ข. แสดงลักษณะดอกของเท้ายายม่อม

33 ก. แสดง mitotic metaphase ของเท้ายายม่อม.....88

ข. คาริโอแกรมของเท้ายายม่อม

34 แสดงอิดิโอแกรมของบุกแต่ละชนิด.....89

บทที่ 1

บทนำ

บุกเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งในวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus spp.* ในต้นฤดูฝนจะออกดอกก่อน เวลาบานจะส่งกลิ่นเหม็นมาก เมื่อดอกโรยแล้วจะมีใบงอกออกมาเพียงใบเดียว ก้านดอกและใบกลมยาว หน้าแล้งต้นจะตาย เหลือหัวอยู่ใต้ดิน (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525)

บุกมีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Amorphophallus spp.* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษหลายชื่อ ได้แก่ Elephant Yam, Elephant Foot Yam, Elephant Bread, Suran, Sweet Yam และมีชื่อเรียกเป็นภาษาอื่น ๆ อีก ได้แก่ Anto, tigi (ฟิลิปปินส์) Arsaghna, Balukund Zaminkund (อินเดีย) Chena, Karak-kavanai (มาเลเซีย) Ilis-Ilis, Kand Godda (อินโดนีเซีย) Koe (โปลินีเซีย) Konjac, Konniyaku, Konnyaku (ญี่ปุ่น) Mo-yu (จีน) Ol (อัสสัม) Ol Kuchu (บังคลาเทศ) (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

บุกเป็นพืชที่พบในหลายประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น อินเดีย บังคลาเทศ พม่า ไทย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เป็นพืชที่มีตามธรรมชาติมานานแล้ว อาจนับเป็นพันปี เกิดอยู่ในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนทั่วไป

มีนักพฤกษศาสตร์และนักเคมีได้ทำการค้นหาเพื่อจำแนกชนิดและวิเคราะห์คุณภาพของสารในบุกมานานหลายสิบปี สำหรับประเทศไทยพบว่ามีชาวต่างชาติเข้ามาสำรวจชนิดและมีรายงานไว้เมื่อประมาณ 30 ปีแล้ว จึงมีรายงานชื่อชนิดบุกไว้บ้างในหนังสือที่มีผู้คัดลอกรวบรวมพิมพ์ไว้เป็นภาษาไทย การค้นคว้าเรื่องบุกอย่างจริงจังได้ริเริ่มขึ้นที่กรมวิชาการเกษตรเป็นแห่งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2524 มีการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ต่างๆ ทุกภาคของประเทศ นำมาศึกษาลักษณะและวงจรการเจริญเติบโต เพื่อคัดเลือกคุณภาพผลผลิตและเพื่อศึกษาหาแนวทางการใช้ประโยชน์เชิงอาหารและสมุนไพร (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532) และเนื่องจากบุกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางการค้า การอุตสาหกรรม มีคุณค่าในด้านอาหารและยา และกำลังเป็นที่สนใจของผู้คนในหลายวงการ โดยเฉพาะสารกลูโคแมนแนน (glucomannan) ที่มีในหัวบุกซึ่งใช้เป็นอาหาร ยา และอาหารเสริมสุขภาพ มีประโยชน์ในทางบำบัดรักษาโรคที่สำคัญหลายชนิด จึงมีนักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการให้ความสนใจค้นคว้าเรื่องราวของบุกในหลาย ๆ ด้าน เช่น สรีรวิทยา

(physiology) สัณฐานวิทยา (morphology) ประโยชน์เชิงอาหารและสมุนไพร รวมทั้งการสำรวจรวบรวมและจำแนกชนิดของบุก การจัดจำแนกส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะภายนอกและสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์ แต่ยังขาดข้อมูลทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetics) โดยเฉพาะด้านโครโมโซม (chromosome) เช่น จำนวนโครโมโซม (chromosome number) และคาริโอไทป์ (karyotype)

งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาจำนวน ลักษณะโครโมโซม และจัดทำคาริโอไทป์ของบุกในวงศ์ Araceae เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นพื้นฐานในการจัดจำแนกชนิด การอนุรักษ์ และเพื่อการปรับปรุงพันธุ์บุกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาจำนวน ลักษณะโครโมโซม และจัดทำคาริโอไทป์ของบุกในวงศ์ Araceae

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้

ทำให้ทราบถึงจำนวน ลักษณะโครโมโซม และคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิดในวงศ์ Araceae รวมทั้งเทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษาโครโมโซม และข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบการจำแนกชนิดของบุกในวงศ์นี้ได้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะสำคัญของบุก

บุกเป็นพืชหัวที่มีวงจรชีวิตเป็นลักษณะพืชล้มลุก (herbaceous plant) แต่สามารถมีชีวิตคงอยู่ใต้ดินได้นานถึง 6 ปี โดยมีการเกิดต่อเนื่องในทุกปี และเพิ่มขนาดของหัวใต้ดินในลักษณะการเติบโตแบบถ่ายหัว หัวที่เกิดใหม่จะเกิดซ้อนอยู่ด้านบนของหัวเดิม หัวซึ่งเป็นลำต้นใต้ดิน มีลักษณะกลมแป้นหรือยาวเป็นทรงกระบอก ขนาดแตกต่างกันตามอายุและชนิดพันธุ์ บางชนิดมีหัวเรียบเกลี้ยง บางชนิดมีเปลือกผิวขรุขระ จากการปลูกหัวบุกบางชนิด 1 หัวในช่วงฤดูการเจริญเติบโตอาจจะมีหัวแขนง เกิดรอบ ๆ หัวเดิมได้ 5-10 หัว ช่วงเวลาการเจริญเติบโต (growth cycle) เมื่อเกิดเป็นหัวใช้เวลาประมาณ 8-12 เดือน แต่การเพาะปลูกเพื่อให้ได้หัวบุกที่สุกแก่เต็มที่ทางสรีรวิทยา (physiology maturity) นั้นใช้เวลา 4 ฤดูปลูกเมื่อปล่อยให้เติบโตเต็มที่อาจได้หัวบุกขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางหัวถึง 30-40 เซนติเมตร หรืออาจใหญ่กว่านี้อีกแล้วแต่ชนิดพันธุ์ เมื่อให้การบำรุงรักษาที่เหมาะสมอาจได้หัวบุกที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 6-10 กิโลกรัม โดยธรรมชาติของการเติบโตของบุกพบว่ายิ่งมีอายุปีมากยิ่งมีน้ำหนักมาก หัวก็ใหญ่ขึ้นตามลำดับด้วย เนื้อในหัวบุกมีสีต่าง ๆ กัน เช่น เหลือง ชมพู ม่วง ขาว ลักษณะเนื้อละเอียดหรือหยาบเหมือนเผือก ลำต้นหรือก้านใบ มีลักษณะเป็นก้านเดี่ยวไม่มีกิ่งก้าน กลมเรียว ผิวเรียบหรือขรุขระแล้วแต่ชนิดพันธุ์ และมีสีแตกต่างกัน ปลายลำต้นแยกเป็น 3 แฉก แต่ละแฉกจะมีใบแบ่งแยกอีกมากมาย บุกบางชนิดมีหูใบเชื่อมต่อระหว่างใบ ใบแผ่กางออกคล้ายร่ม บุกจะมีช่อดอกแบบสพาดิกซ์ (spadix) เมื่อมีอายุครบวงจร ซึ่งอาจใช้เวลานาน 3-6 ปี มีใบประดับ (spathe) ขนาดใหญ่ มีสีสันรองรับช่อดอก บุกบางชนิดมีก้านดอกสั้นลำใหญ่พอ ๆ กับลำต้น บางชนิดก้านดอกยาวโดยเกิดตรงจากหัวใต้ดิน ดอกบุกบางชนิดมีกลิ่นเหม็นมากเหมือนกลิ่นเนื้อเน่า มีเมล็ดติดเป็นกระจุกกับก้านดอก เวลาสุกมีสีส้มแดง บุกบางชนิดอาจมีหน่อเกิดระหว่างซอกใบ เรียกว่า หน่อย่อยหรือหน่ออากาศ เพราะเกิดอยู่เหนือดิน วิธีการขยายพันธุ์ทำได้หลายวิธี เช่น การเพาะด้วยเมล็ด ซึ่งพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงถึง 97 เปอร์เซ็นต์ อีกวิธีที่ขยายพันธุ์ได้เร็วกว่าการเพาะด้วยเมล็ดคือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการขยายพันธุ์แบบง่ายที่สุดและได้ผลผลิตสูงที่สุดคือการแยกหัวย่อยที่เกิดรอบ ๆ หัวเดิม หรือหน่อย่อยที่เกิดบนซอกใบของบุกบางชนิด นอกจากนั้นยังสามารถขยายพันธุ์โดยวิธีตัดแบ่งหัวเก่าออกเป็นหลายส่วน เช่น 4 6 หรือ 8 ส่วน แล้วนำไปปลูกก็ได้เช่นกัน แต่วิธีนี้มักมีปัญหาเรื่องหน่อพันธุ์เน่าก่อนงอก เนื่องจากการทำลายของราและแบคทีเรียบางชนิด (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

การปลูกบุกในประเทศไทย

ในประเทศไทยพบว่ามีบุกอยู่มากมายหลายชนิด จากการสำรวจค้นหารวบรวมพันธุ์เพื่อการวิจัยและพัฒนาในเบื้องต้นคาดว่าน่าจะมีอยู่ประมาณ 30-40 ชนิด ทุกชนิดเจริญเติบโตได้ดีในสภาพป่าโปร่งดินร่วนซุย แสงแดดรำไร พบได้ตั้งแต่บริเวณพื้นราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มภาคกลางไปจนถึงเขตภูเขาสูงเหนือระดับน้ำทะเล 800-900 เมตร ของทุกภาคทั่วประเทศ (มงคล เกษประเสริฐ, 2541) สำหรับการปลูกบุกพบทั่วไป เช่น ภาคกลางพบที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานีโดยเฉพาะที่รังสิต และตามสวนเก่าแก่แถวสามโคก แต่พบว่าไม่ใช่การปลูกหรืออนุรักษ์อย่างจริงจัง มักปล่อยไว้ตามธรรมชาติ เพื่อเก็บยอดอ่อนมาเป็นอาหาร ภาคตะวันตกพบที่สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ภาคใต้พบที่ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง ปัตตานี พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี กระบี่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแหล่งค้าและปลูกบุกอย่างชัดเจนอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา ส่วนมากปลูกไว้บริโภคในครอบครัว และพบว่ามีการปลูกเชิงการค้าขนาดย่อยที่ อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ส่วนในภาคเหนือมีธุรกิจซื้อบุกที่เก็บจากป่าตั้งแต่ประมาณปี 2527 และเกษตรกรเริ่มมีการปลูกบุกเพื่อส่งขายแก่ตัวแทนของชาวต่างชาติที่เข้ามาหาซื้อบุก แต่ผลผลิตส่วนใหญ่ยังคงได้มาจากป่าสงวน (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

ความต้องการหัวบุกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 750 ตันในปี 2527 เป็น 5,000-6,000 ตัน ในปี 2532 หลังจากนั้นปริมาณการซื้อขายลดลงอย่างรวดเร็วในปี 2534 ผู้ทำธุรกิจส่วนใหญ่ต้องหยุดกิจการ เหลือเพียง 2-3 บริษัทเท่านั้นที่ยังดำเนินธุรกิจซื้อขายอยู่ในระดับเฉลี่ย 2,000-3,000 ตันต่อปี ขณะที่ความต้องการเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ 5,000-10,000 ตันต่อปี และอาจจะสูงถึง 20,000-30,00 ตันต่อปีในอีก 10 ปีข้างหน้า จึงนับว่าอยู่ในสภาพขาดแคลนผลผลิต อันจะส่งผลกระทบต่อธุรกิจที่เกี่ยวเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันมีมูลค่ารวมลายร้อยล้านบาท ประกอบกับในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมาหลายบริษัทได้สร้างผลิตภัณฑ์จากบุกทั้งในรูปของอาหาร และอาหารเสริมสุขภาพมากมายหลายชนิดออกวางตลาด ทำให้ผู้คนหลายวงการเห็นคุณค่าและประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของบุกเด่นชัดขึ้น จึงมีเกษตรกรและผู้สนใจจะเพาะปลูกในเชิงการค้าเพิ่มมากขึ้น โดยมีแหล่งรับซื้อที่สำคัญคือบริษัทสหชลผลพืช ที่เปิดตัวออกมาว่าต้องการในปริมาณมาก ในราคากิโลกรัมละ 4.50 บาท โดยหัวบุกจะต้องสะอาด ไม่มีดินและรากติดอยู่ ช่วงรับซื้อตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคม ส่วนราคาประกันกิโลกรัมละ 5 บาทนั้นเฉพาะผู้ที่เข้าร่วมโครงการปลูกกับบริษัทเท่านั้น (มงคล เกษประเสริฐ, 2541)

ความหลากหลายของบุก

จากการสำรวจเอกสารของนักพฤกษศาสตร์ไทยและชาวต่างชาติพบว่ามีบุกมากมายหลายชนิด มีการจำแนกได้ถึง 90 ชนิดในท้องถิ่นทั่วโลก สำหรับประเทศไทยตามรายงานด้านอนุกรมวิธานโดยสะอาด บุญเกิด จเร สดากร และทิพย์พรรณ สดากร (2525) เต็ม สมิตินันท์ (2523) พระยาวินิจวนันดร (2503) พบว่ามีบุกอยู่ทุกภาคของประเทศจำนวน 20 ชนิด ซึ่ง 17 ชนิด จัดอยู่ในวงศ์ Araceae โดยอยู่ในสกุล *Amorphophallus spp.* 10 ชนิด สกุล *Arisaema spp.* 6 ชนิด และสกุล *Pseudodracontium sp.* 1 ชนิด ส่วนอีก 3 ชนิดอยู่ในวงศ์อื่น และจัดเป็นบุกเทียม นอกจากนี้ยังมีบุกที่ค้นพบโดยนักวิชาการกองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร อีก 3 ชนิด โดยจัดอยู่ในสกุล *Amorphophallus spp.* (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532., มงคล เกษประเสริฐ และอรนุช เกษประเสริฐ, 2540) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของบุกที่พบในประเทศไทย

ลำดับที่	ชื่อทางราชการและชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะพืช
1.	บุก, บุกคางคก, มันซูรัน, เบีย, เบือ (ภาคเหนือ); หัวบุก (ภาคใต้)	*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.	Araceae	ไม้ล้มลุก
2.	บุกกระเตือ, บุกแฝก (นครสวรรค์)	*Amorphophallus linearis* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
3.	บุกเกลี้ยง หรือ ดอกก้าน (ภาคเหนือ) ดียง (แม่ฮ่องสอน)	*Amorphophallus bulbifera* Bl.	Araceae	ไม้ล้มลุก
4.	บุกเขา (ภาคเหนือ)	*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.	Araceae	ไม้ล้มลุก
5.	บุกคางคก (ภาคเหนือ) หรือ บุกหนาม, บุกหลวง	*Amorphophallus rex* Prain ex Hook. f.	Araceae	ไม้ล้มลุก
6.	บุกด่าง (เหนือ)	*Amorphophallus kerrii* N.E. Br.	Araceae	ไม้ล้มลุก

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของบุกที่พบในประเทศไทย (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อทางราชการและชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะพืช
7.	บุกแดง (สระบุรี) อีหลอก (เลย)	*Amorphophallus putii* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
8.	บุกรอ (สระบุรี)	*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
9.	บุกหูช้าง หรือ อีบุกหูช้าง หรือ กะบุก (นครราชสีมา)	*Amorphophallus koratensis* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
10.	บุกอีรอกเขา (สระบุรี)	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
11. *	บุกสยาม (ชุมพร)	*Amorphophallus siamensis*	Araceae	ไม้ล้มลุก
12.*	บุกเนื้อทราย	*Amorphophallus oncophyllus* Prain.	Araceae	ไม้ล้มลุก
13. *	บุกขาวหรือบุกเต่า	*Amorphophallus sp.*	Araceae	ไม้ล้มลุก
14.	บุก (นครศรีธรรมราช)	*Arisaema pattaniensis* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
15.	บุกคางคก (ตรัง)	*Arisaema chumponense* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
16.	บุกเตียง (นครศรีธรรมราช)	*Arisaema petiolatum* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
17.	บุกเตียงเขา (ชุมพร)	*Arisaema siamicum* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
18.	บุกหิน (ตรัง)	*Arisaema fimbriatum* Mast.	Araceae	ไม้ล้มลุก
19.	บุกตีนฮุ่ง (เชียงใหม่)	*Arisaema erubescens* Schott.	Araceae	ไม้ล้มลุก

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของบุกที่พบในประเทศไทย (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อทางราชการและชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ลักษณะพืช
20.	บุกเขา บุก, อีรอก (อุบลราชธานี, นครศรีธรรมราช)	*Pseudodracontium kerrii* Gagnep.	Araceae	ไม้ล้มลุก
21.	บุกเครือ กาบังดวย (ลำปาง)	*Erycibe paniculata* Roxb.	Convolvula-ceae	ไม้เลื้อย
22.	บุกฤาษี คดดิน (ใต้)	*Tacca palmata* Bl.	Taccaceae	ไม้ล้มลุก
23.	บุกหยวก (นครศรีธรรมราช)	*Santitria conferta* Benneth.	Berseraceae	ไม้ยืนต้น

หมายเหตุ : * เป็นบุกที่พบและตั้งชื่อโดยนักวิชาการเกษตร กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ความสำคัญของบุก

บุกเกือบทุกชนิดเป็นพืชป่าที่ยังไม่มีการศึกษาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ มีเพียงไม่กี่ชนิดที่ผู้คนในท้องถิ่นแต่ละภาครู้วิธีการที่จะนำเอาบางส่วนของต้น เช่น หัวใต้ดิน ต้นอ่อน และช่อดอก ไปปรุงอาหารตามฤดูกาล ทั้งในรูปอาหารคาว และขนมหวาน บางชนิดก็นำเอาต้น ใบ มาหั่นรวมกับรำข้าวและปลายข้าวเพื่อใช้เลี้ยงสุกร ในด้านการเพาะปลูกบุก เท่าที่พบมีอยู่เพียง 2 ชนิด ที่ชาวบ้านปลูกไว้บริโภค ชนิดแรกคือ บุกหูช้างหรือบุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.) ซึ่งเป็นบุกที่มีลักษณะลำต้นเกลี้ยง มีหัวย่อยจำนวนมาก ปลูกในบางท้องที่ของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุโขทัย เพชรบุรี ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ บุกด่าง หรือหัวเบียหรือบุกหลวง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.) ปลูกไว้ใช้เฉพาะเนื้อหัวเพื่อนำไปปรุงอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับบุกชนิดแรก แต่ผิวลำต้นขรุขระเล็กน้อย และไม่มีหัวย่อย ไม่รู้จักแพร่หลายเท่าชนิดแรก มีปลูกเพียงบางหมู่บ้านที่อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้วอำเภอพบพระ (ชาวกะเหรี่ยง พม่า) จังหวัดตาก อำเภอแม่สรวย (ชาวเขาเผ่ามูเซอ เรียกบุกหวาน) จังหวัดเชียงราย สำหรับบุกที่จะนำมาใช้เพื่อประโยชน์ทาง

อุตสาหกรรมอาหารนั้นในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการปลูกมาก่อน (มงคล เกษประเสริฐ และอรนุช เกษประเสริฐ, 2540)

ชาวญี่ปุ่นเป็นกลุ่มผู้บริโภคบุกมานานนับหลายร้อยปี และได้พัฒนาพืชชนิดนี้มานานนับ 40 ปีแล้ว โดยพัฒนาวิธีการแปรรูป และพัฒนาพันธุ์บุกซึ่งเป็นชนิดที่ต่างกับที่ค้นพบในท้องถิ่นต่างๆ ของประเทศไทย คนญี่ปุ่นจะเรียกบุกว่า "คอนยัค (konjac)" และญี่ปุ่นเป็นผู้ผลิตอาหารบุกส่งขาย สหรัฐอเมริกา และยุโรป ประเทศต่าง ๆ จึงรู้จักผลิตภัณฑ์อาหารจากบุกภายใต้ชื่อ "คอนนิยากุ (konnyaku)" (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

ในหัวบุกและก้านใบมีสารที่ทำให้เกิดอาการคันคือแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate) นอกจากนี้ยังพบสารพวกเมือก (mucilage) แป้ง และอาจพบสารอัลคาลอยด์ โคนิอีน (coniine) ได้ แต่สารที่มีความสำคัญในทางการค้าที่พบได้ในหัวบุกบางพันธุ์ ได้แก่ สารกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรต ที่มีลักษณะข้นเหนียว ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลแมนโนส (mannose) บุกพันธุ์ที่พบสารกลูโคแมนแนน ได้แก่ บุกพันธุ์ญี่ปุ่น (*Amorphophallus konjac* C.Koch.) ในประเทศไทยบุกพันธุ์ที่มีกลูโคแมนแนน มีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้น ได้แก่ บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.) บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.) และบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) ซึ่งบุกเหล่านี้จะพบได้ในแถบภาคตะวันตกและภาคเหนือ เช่น จังหวัดกาญจนบุรี กำแพงเพชร ตาก เชียงใหม่ พะเยา เป็นต้น (วันดี กฤษณพันธุ์, 2541)

กลูโคแมนแนนจากหัวบุก เป็นสารใยอาหารธรรมชาติ (natural fiber) ที่มีลักษณะเป็นผงวุ้นคล้ายกับวุ้นกาแลกโตแมนแนน (galactomannan) ที่ได้จากสาหร่ายทะเล หรือวุ้นคาริจิแนนที่ได้จากพืชตระกูลถั่ว แต่มีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถละลายน้ำที่อุณหภูมิห้องและคงทนต่อการย่อยสลายของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร และเป็นวุ้นที่ให้พลังงานต่ำ จึงเป็นทั้งอาหาร ยา และอาหารเสริมสุขภาพ มีผลการวิจัยของหลายประเทศยืนยันว่าสามารถนำมาใช้ป้องกันบำบัดโรคที่สำคัญหลายชนิด เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง เป็นต้น กลูโคแมนแนนจึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายจากวงการอุตสาหกรรมอาหาร และวงการแพทย์ทั่วโลก (มงคล เกษประเสริฐ, 2541)

จากความสำคัญของสารกลูโคแมนแนนดังกล่าวจึงมีผู้สนใจเสาะแสวงหาทั่วโลก ทำให้ความต้องการผลผลิตบุกที่ให้สารนี้ในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ

ในญี่ปุ่นนิยมรับประทานบุกชนิด *Amorphophallus rivieri* หรือ *Amorphophallus konjac* โดยนำมาทำเป็นเส้น (vermicilli) ในอินโดนีเซียบริโภคบุกชนิด *Amorphophallus oncophylla* โดยนำมาทำเป็นแป้งผลิตเป็นอุตสาหกรรม และใช้พันธุ์บุกของญี่ปุ่นคือ *Amorphophallus rivieri* มาทำอุตสาหกรรมน้ำตาลแมนโนส ในประเทศอินเดียปลูกบุกเพื่อเป็นสมุนไพร ส่วนในฟิลิปปินส์มีรายงานว่านิยมใช้หัวบุกเพื่อต้มเลี้ยงสัตว์ให้เนื้อ เช่น สุกร นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตแป้งและแอลกอฮอล์ ปัจจุบันมีการเตรียมแป้งจากหัวบุกสำหรับทำขนมปัง จึงอาจกล่าวได้ว่ามีบุกหลายชนิดที่มีปริมาณแป้งมากและมีปริมาณวุ้นน้อย จึงไม่เหมาะกับการนำมาผลิตวุ้น (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

ข้อควรระวังในการบริโภควุ้นบุก

เนื่องจากวุ้นบุกสามารถขยายตัวได้มากไม่ต่ำกว่า 20 เท่า ของเนื้อวุ้นแห้ง ดังนั้นจึงไม่ควรบริโภควุ้นภายหลังรับประทานอาหาร ควรบริโภคก่อนอาหารไม่น้อยกว่า 30 นาที แต่การบริโภคอาหารที่ผลิตจากวุ้น เช่น เส้นวุ้น วุ้นก้อน หรือวุ้นแท่งนั้น บริโภคเป็นอาหารมื้อได้ เพราะได้ผ่านกรรมวิธีซึ่งวุ้นได้ขยายตัวก่อนแล้ว การที่วุ้นจะพองตัวอีกจึงเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้วุ้นบุกเป็นอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เนื่องจากไม่มีการย่อยสลายเป็นน้ำตาล ไม่มีวิตามิน แร่ธาตุ หรือสารใดที่เป็นประโยชน์ในระบบการสร้างเซลล์ของร่างกาย วุ้นบุกที่สกัดอย่างถูกต้องตามกรรมวิธีที่ทันสมัยแล้วจะไม่มีสารพิษตกค้างหรือมีผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ทำให้คัน หรืออาจทำให้เป็นนิ่วในไต แต่วุ้นบุกจะช่วยในการระบายของเสียจากลำไส้เพราะวุ้นมีลักษณะเป็นเมือกลื่น และสลายตัวเป็นน้ำไม่คงตัวเป็นวุ้นตกค้างอยู่ในลำไส้ (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ, 2532)

กล่าวได้ว่าบุกมีคุณค่าทั้งด้านอาหารและสมุนไพร จึงมีผู้สนใจศึกษาการใช้ประโยชน์จากบุกในประเทศไทยของหน่วยงานต่าง ๆ ที่รวบรวมระหว่างปี 2536-2541 มีดังนี้

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม (2536) กล่าวถึงประโยชน์ด้านสมุนไพรของบุกคางคกเขียวขาวหรือมันซูรัน (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ใช้หัวซึ่งมีรสเบื่อเมา กัดเสมหะเถาดาน และเลือดก้อน หรือใช้หุงเป็นน้ำมันใส่บาดแผลกัดฝ้า กัดหนอง

บุษบา โชคช่วยพัฒนากิจ (2537) กล่าวถึงบุกซึ่งเป็นพืชผักพื้นเมืองบางอำเภอของจังหวัดจันทบุรีว่าสามารถนำต้นอ่อน ก้านใน มาเป็นอาหารได้ โดยนำมาแกงกะทิ ผัด แกงเลียงกับส้มระกำ หรือจิ้มน้ำพริกก็ได้ เช่น บุกคางคก (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) บุกแดงหรือกระแท่ง (*Amorphophallus putii* Gagnep.)

วันดี กฤษณพันธุ์ (2537) กล่าวถึงประโยชน์ของบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) เช่น นำแป้งจากหัวบุกมาปรุงเป็นอาหารซึ่งเมื่อรับประทานแล้วเชื่อว่าจะช่วยรักษาสุขภาพ สารกลูโคแมนแนนในหัวบุกใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ใช้ในอุตสาหกรรมยา จากการวิจัยพบว่ากลูโคแมนแนนช่วยลดน้ำตาลและโคเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดและในตับได้ โดยมีผลทำให้การดูดซึมของกลูโคสจากทางเดินอาหารลดลง

สวนจิตรลดา สำนักพระราชวัง (2538) กล่าวถึงบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ว่าสามารถใช้หัวทำอาหาร รับประทานแล้วจะไม่ทำให้อ้วน และใช้ปรุงเป็นยากัดเสมหะ

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2538) กล่าวถึงคุณสมบัติของแป้งบุกที่ได้จากบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) ของไทยซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแป้งคอนยัค (konjac flour) ที่ได้จากหัวบุกพันธุ์ *Amorphophallus konjac* ในประเทศญี่ปุ่นคือมีสารกลูโคแมนแนนในปริมาณสูง มีประโยชน์ทางการแพทย์ ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล ไขมันในเส้นเลือด บำบัดอาการท้องผูก และยังสามารถใช้สำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วน หรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักตัว โดยไม่มีผลข้างเคียงต่ออวัยวะอื่นๆ ในร่างกาย เช่น กระเพาะอาหาร ตับ หรือไต การรับประทานแป้งบุกเป็นประจำจะทำให้ระบบย่อยอาหารในร่างกายทำงานอย่างเป็นปกติ

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2539) กล่าวถึงประโยชน์ด้านสมุนไพรของบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ว่ามีสารกลูโคแมนแนนที่สามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในสัตว์ทดลอง และใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และยังมีรายงานว่าสารสกัดอัลกอฮอล์จากหัวบุกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อวัณโรคในหลอดแก้ว

องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (2539) กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ การกระจายและนิเวศวิทยา และประโยชน์ของบุกคางคกเขียวขาว หรือมันซูรัน (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ว่าใช้หัวและก้านใบเป็นอาหาร กลูโคแมนแนนในหัวบุกใช้ทำวุ้นหรือวุ้นผง เป็นอาหารช่วยลดน้ำหนักและระดับโคเลสเตอรอลในสัตว์ทดลองได้

มหาวิทยาลัยมหิดล (2540) ร่วมกับมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย กล่าวถึงบุกที่คนไทยนำต้นมาแกงคือบุกไข่ (*Amorphophallus muelleri* Blume. หรือ *Amorphophallus oncophyllus* Prain. หรือ *Amorphophallus burmanicus* Hook. f.) และบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. หรือ *Amorphophallus paeoniifius* Nicholson.) ว่าในหัวบุกมีสารกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถดูดน้ำได้มาก ไม่ให้พลังงานและสารอาหาร เมื่อกลืนลงไปจะเข้าไปกินพื้นที่บรรจุอาหารในกระเพาะอาหาร และน้ำที่เส้นใยดูดไว้จะช่วยเพิ่มน้ำหนักแก่กากอาหาร ทำให้กินอาหารได้น้อยลง และยังส่งผลดีต่อการทำงานของลำไส้ทำ

ให้เกิดการบีบตัวมากขึ้น เป็นประโยชน์ในการขับถ่ายโดยตรง และยังช่วยจับสารพิษไว้ ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับลำไส้ได้น้อยลง จึงช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้ไปในตัวด้วย ดังนั้นจึงมีการแยกเอากลูโคแมนแนนจากหัวบุกมาบรรจุแคปซูลเม็ด หรือปรุงรสบรรจุซองแบบละลายน้ำดื่มขายกันทั่วไป

วัฒนา วิริวุฒิกร (2540) กล่าวถึงบทบาทของบุกในแง่ที่เป็นอาหารลดความอ้วน โดยเฉพาะบุกไข่หรือบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) ที่มีสารกลูโคแมนแนนสูง มีการนำมาแปรรูปได้หลายแบบ เช่น ทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำเป็นชิ้น เป็นแผ่น เป็นก้อน แล้วบรรจุขายเป็นอาหารสำเร็จรูป

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2540) ศึกษาการผลิตไส้กรอกหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก โดยใช้เจลแป้งบุกทดแทนปริมาณไขมันในไส้กรอกหมู

ณรงค์ คงตรีแก้ว (2541 ก) กล่าวถึงบุกที่เป็นทั้งผัก และใช้เป็นยาสมุนไพร โดยใช้หัวบุกขับลม แก้บิด บำรุงกำลัง ขับเสมหะ และรากบุกใช้พอกฝี แก้ริดสีดวงทวาร ขับระดูได้

ณรงค์ คงตรีแก้ว (2541 ข) แนะนำให้ปลูกบุกเพื่อนำมาเป็นอาหาร ทำขนมหวาน และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

เรณู อุบล (2541) กล่าวถึงการศึกษาผลของกลูโคแมนแนน ที่พบในหัวบุก ว่ามีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคหัวใจ และไขมันในเลือดสูง

วันวิสา พอนรอด (2541) ศึกษาการผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากแป้งบุก ที่มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน สามารถนำมาผลิตเป็นถุงบรรจุอาหารทดแทนถุงพลาสติกโพลีเอธีลีน เช่น เก็บขนมปังอบกรอบ ห่อกล้วยกวน ห่อไส้กรอก

สมพร สวนะทรงธรรม (2541) ศึกษาการขยายพันธุ์บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS เพื่อศึกษาการเจริญของเนื้อเยื่อบุกจากส่วนของตายอด หัวบนใบ (ไข่บุก) เนื้อในหัวบุก พบว่าส่วนของตายอดและหัวบนใบสามารถแตกหน่อเพิ่มจำนวนได้ในปริมาณมาก ส่วนเนื้อในหัวบุกไม่มีการเจริญเติบโต

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ เอกชัย จารุเนตรวิลาส และสุธาสินี น้อยสุวรรณ (2541) ศึกษาการลดไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ด้วยการใช้แป้งบุกทดแทนปริมาณเนยสด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสามารถเก็บในถุงโพลีเอธิลีนอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้นานอย่างน้อย 4 สัปดาห์

เอื้อมพร วีสมหมาย ทยา เจนจิตติกุล และอรุณ วงศ์พนาสิน (2541) ศึกษาประโยชน์ด้านสมุนไพรของบุกคางคก (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) และบุกเต่านำโชค (*Amorphophallus sp.*)

จากประโยชน์และความสำคัญของบุกดังกล่าว จึงทำให้บุกได้รับความสนใจจากคนในหลายวงการ นักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการให้ความสนใจค้นคว้าเรื่องราวเกี่ยวกับบุกในหลาย ๆ

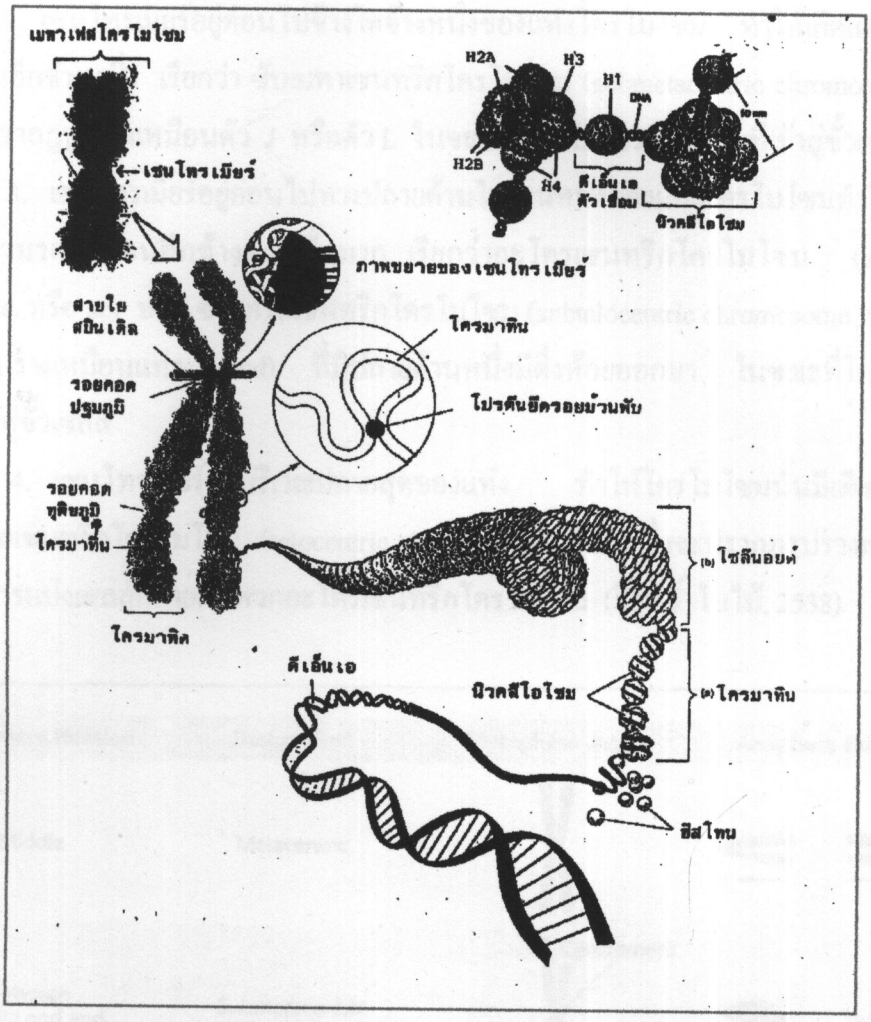
ด้านทั้งในด้าน สรีรวิทยา สัณฐานวิทยา ประโยชน์ทางสมุนไพรและอาหาร และยังมีการสำรวจเพื่อรวบรวมและจำแนกชนิดของบุกโดยนักพฤกษศาสตร์หลายท่าน ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ นอกจากนี้การศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetics) เช่น เกี่ยวกับจำนวนโครโมโซม และคาริโอไทป์ ในต่างประเทศก็มีการศึกษาเช่นกันแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก และโดยเฉพาะในประเทศไทยพบว่ามีการศึกษาน้อยมาก จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่งที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่อาจจะใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องอื่น ๆ อีกต่อไป

ความหมายของโครโมโซม

โครโมโซม คือ ออร์แกเนลล์ที่พบในนิวเคลียสของเซลล์ยูคาริโอต เป็นองค์ประกอบของ nucleoprotein ซึ่งมีคุณสมบัติติดสีย้อมที่เป็นเบส (basic dye) เช่น hematoxylin และ basic fushsin สามารถตรวจเห็นได้ชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์เมื่อเซลล์อยู่ในระยะของการแบ่งเซลล์ ออร์แกเนลล์นี้มีความสำคัญมากในการเป็นที่บรรจุอยู่ของยีน โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์โดยปกติจะมีลักษณะและจำนวนคงที่ (อมรา คัมภิรานนท์, 2540) หน้าที่ของโครโมโซมคือการเก็บรักษา (storage) ถ่ายทอด (transmission) และแสดงออก (expression) ของข้อมูลพันธุกรรม (genetic information)

โครงสร้างของโครโมโซม

โครงสร้างของโครโมโซมสรุปได้ดังรูปที่ 1



<u>รูปที่ 1</u> แผนภาพสรุปโครงสร้างของโครมาทินที่ประกอบด้วยดีเอ็นเอและฮีสโตนที่ขดม้วนตัวกันแน่นจนเห็นเป็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจนในระยะเมทาเฟส (รูปจากวิสุทธิ์ ใบไม้, 2538)

รูปร่างของโครโมโซม

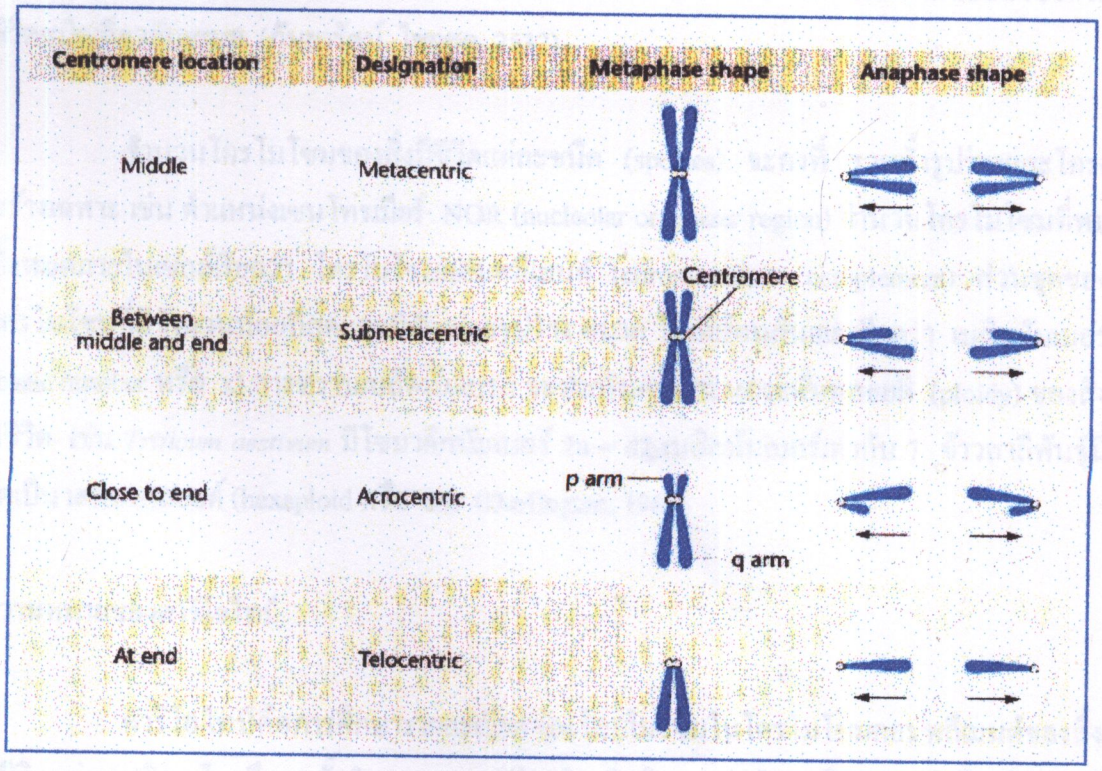
โครโมโซมจะมีลักษณะรูปร่างเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ (centromere) ดังรูปที่ 2

1. เซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางหรือเกือบกึ่งกลางของแท่งโครโมโซม ทำให้เกิดแขนสองข้างที่มีขนาดความยาวเท่า ๆ กัน เรียกว่า เมทาเซนทริกโครโมโซม (metacentric chromosome หรือ m) โครโมโซมแบบนี้จะปรากฏรูปร่างเหมือนกับตัว V ในขณะที่โครโมโซมนี้เคลื่อนที่เข้าสู่ขั้วเซลล์

2. เซนโทรเมียร์อยู่ค่อนไปข้างใดข้างหนึ่งของแท่งโครโมโซม ทำให้เกิดแขนข้างหนึ่งยาวกว่าแขนอีกข้างหนึ่ง เรียกว่า ซับเมทาเซนทริกโครโมโซม (submetacentric chromosome หรือ sm) ซึ่งจะปรากฏรูปร่างเหมือนตัว J หรือตัว L ในขณะที่โครโมโซมนี้เคลื่อนที่เข้าสู่ขั้วเซลล์

3. เซนโทรเมียร์อยู่ค่อนไปทางปลายด้านใดด้านหนึ่งของแท่งโครโมโซมทำให้เกิดแขนข้างหนึ่งยาวมากแต่แขนอีกข้างหนึ่งสั้นมาก เรียกว่าอะโครเซนทริกโครโมโซม (acrocentric chromosome หรือ ac) หรือ ซับเทโลเซนทริกโครโมโซม (subtelocentric chromosome หรือ st) ซึ่งจะปรากฏรูปร่างเหมือนแท่ง (rod) ที่มีปลายด้านหนึ่งมีติ่งห้อยออกมา ในขณะที่โครโมโซมนี้เคลื่อนที่เข้าสู่ขั้วเซลล์

4. เซนโทรเมียร์อยู่บริเวณปลายสุดของแท่ง ทำให้โครโมโซมนั้นมีเพียงแขนเดียว เรียกว่า เทโลเซนทริกโครโมโซม (telocentric chromosome หรือ t) ซึ่งจะปรากฏรูปร่างเหมือนแท่งในช่วงที่มีการแบ่งเซลล์คล้ายกับพวกอะโครเซนทริกโครโมโซม (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538)



รูปที่ 2 ลักษณะรูปร่างของโครโมโซมแบบต่าง ๆ ตามตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ (รูปจาก Klug Cummings, 1997)

การศึกษาโครโมโซมสามารถศึกษาได้ทั้งใน โซมาติกเซลล์ (somatic cell) และเยิร์มไลน์เซลล์ (germ line cell) โซมาติกเซลล์ที่นำมาศึกษาโครโมโซมได้แก่ เซลล์เจริญปลายราก ใบอ่อน ใบประดับ (bract) กลีบเลี้ยง (sepal) และกลีบดอก (petal) โครโมโซมจากเซลล์เหล่านี้อาจดูได้จากเซลล์ที่ยังมีชีวิต หรือเซลล์ที่ตายแล้ว แต่ในขณะที่เซลล์มีชีวิตจะมีความแตกต่างระหว่างโครโมโซมกับไซโทพลาสซึมน้อย ทำให้ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิด phase contrast ซึ่งมีราคาแพง จึงนิยมย้อมสีโครโมโซมและขยี้เซลล์ให้กระจายด้วยวิธี propionocarmine squash หรือ Feulgen squash ทำให้สามารถดูโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาได้ สำหรับเยิร์มไลน์ที่นำมาศึกษาโครโมโซมได้แก่ ไมโคร สปอโรไซต์ (microsporocyte) ไมโครสปอร์ (microspore) และละอองเรณู (pollen grain) โครโมโซมที่นับได้จากเซลล์ปลายราก ใบอ่อน ใบประดับ กลีบเลี้ยง และกลีบดอก จะบอกจำนวนโครโมโซมในโซมาติกเซลล์ (somatic number = 2n) ส่วนการศึกษาโครโมโซมในไมโครสปอโรไซต์ ไมโครสปอร์ และละอองเรณู จะบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์ (gametic number = n) ซึ่งมีจำนวนเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในโซมาติกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันเสมอ (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532)

จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (species) จะคงที่ รวมทั้งรูปร่างและโครงสร้างเฉพาะ เช่น ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ NOR (nucleolar organizer region) จำนวนโครโมโซมที่พบทั้งหมดภายในเซลล์เรียกว่า โครโมโซมคอมพลีเมนต์ (chromosome complement) ส่วนชุดของโครโมโซมที่มีจำนวนน้อยที่สุดและมีลักษณะรูปร่าง ขนาด ไม่เหมือนกันเลย เรียกว่า เบสิคนัมเบอร์ (basic number หรือ x) การทราบเบสิคนัมเบอร์ จะช่วยในการจำแนกระดับพลอยดี (ploidy) ของสิ่งมีชีวิต เช่น *Triticum aestivum* มีโซมาติกนัมเบอร์ 2n = 42 เบสิคนัมเบอร์เท่ากับ 7 ข้าวสาลีพันธุ์นี้จัดเป็น เฮกซาพลอยด์ (hexaploid หรือ 6x) (Darlington, 1966)

ความหมายของคาริโอไทป์

คาริโอไทป์คือการศึกษารายละเอียดของโครโมโซมในโครโมโซมคอมพลีเมนต์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยศึกษาทั้งจำนวนและรูปร่างโครโมโซม ปกติการศึกษาคาริโอไทป์นิยมใช้โครโมโซมในโซมาติกเมทาเฟส (somatic metaphase) เพราะเป็นระยะการแบ่งนิวเคลียสที่เห็นรูปร่างโครโมโซมแต่ละแท่งชัดเจนเพราะโครโมโซมมีการหดตัว (contraction) มากที่สุด (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) จนสามารถเห็นโครโมโซมมีรูปร่างสั้นและหนาชัดเจน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการศึกษาคาริโอไทป์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โครโมโซมจะมาเรียงรายกันอยู่บริเวณแนว

กึ่งกลางเซลล์ที่เรียกว่าอีเควทอเรียลเพลต (equatorial plate) ตามแนวยาวของสายโครโมโซมโดยมีสายใยสปินเดิลที่บริเวณเซนโทรเมียร์ (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538)

ความหมายของคาริโอแกรม

คาริโอแกรม (karyogram) คือไดอะแกรมแสดงคาริโอไทป์ โดยใช้รูปร่างของโครโมโซมจริงๆ ที่ได้จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ (photomicrograph) ในระยะเมทาเฟส โดยนำมาเรียงตามขนาดโครโมโซมเป็นคู่จากโครโมโซมคู่ใหญ่สุดไปหาคู่เล็กสุด และจัดให้ตำแหน่งเซนโทรเมียร์อยู่ในแนวเดียวกัน และการวางโครโมโซมจะวางโดยให้แขนข้างสั้นตั้งขึ้น และนิยมวางโครโมโซมเพศอยู่ที่มุมล่างขวาสุดของภาพ (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532,.อมรา คัมภิรานนท์, 2540)

ความหมายของอิดิโอแกรม

อิดิโอแกรม (idiogram) หมายถึงการเขียนภาพโครโมโซมแต่ละแท่งแล้วนำมาจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ โดยโครโมโซมเหล่านี้ถูกวาดมาจากหลาย ๆ เซลล์เมทาเฟส ทั้งนี้เพื่อให้การเขียนภาพของโครโมโซมมีลักษณะถูกต้องได้สัดส่วนเหมือนของจริงมากที่สุด อิดิโอแกรมนิยมนำมาใช้ในงานเปรียบเทียบโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของวิวัฒนาการ แต่งานทางด้านการแพทย์ใช้เพื่อตรวจดูความผิดปกติของโครโมโซมแล้วนิยมนำมาจากคาริโอไทป์ (อมรา คัมภิรานนท์, 2540)

การศึกษาโครโมโซมบุกที่ผ่านมา

การศึกษาจากเอกสารพบว่ามีการศึกษาโครโมโซมบุกในวงศ์ Araceae ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมบุก

ชื่อผู้รายงาน	ชนิดของบุก	วงศ์	จำนวนโครโมโซม
Takahashi (1930)	*Amorphophallus konjac*	Araceae	2n = 26
Nakajima (1933)	*Amorphophallus konjac*	Araceae	2n = 26
	Arisaema thumbergii	Araceae	2n = 28
Patel and Narayana (1937)	*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.	Araceae	2n = 28
Asana and Sutaria (1939)	*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus sylvaticus	Araceae	2n = 26
Kishimoto (1941)	*Amorphophallus linumaana,*	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus kiusiana	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus konjac	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus satzumaensis	Araceae	2n = 26
	Arisaema japonicum	Araceae	2n = 28
	Arisaema taihokensis	Araceae	2n = 28
Ito (1942)	*Amorphophallus kiusiana*	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus konjac	Araceae	2n = 26
	Arisaema kiushianum	Araceae	2n = 56
	Arisaema ovale	Araceae	2n = 56
	Arisaema robustum	Araceae	2n = 56
	Arisaema heterophyllum	Araceae	2n = 140
	Arisaema serratum	Araceae	2n = 28
	Arisaema thumbergii	Araceae	2n = 28
	Arisaema ringens	Araceae	2n = 28
	Arisaema limbatum	Araceae	2n = 28
Chandler (1943)	*Amorphophallus bulbifer* Bl.	Araceae	2n = 36
	Amorphophallus titanum Bl.	Araceae	2n = 26

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมบุก (ต่อ)

ชื่อผู้รายงาน	ชนิดของบุก	วงศ์	จำนวนโครโมโซม
Malvesin – Fabre (1945)	*Amorphophallus rivieri*	Araceae	2n = 32
Tjio (1948)	*Amorphophallus rivieri*	Araceae	2n = 39
Storey (1954)	*Amorphophallus rivieri*	Araceae	2n = 26
Jones (1957)	*Amorphophallus konjac*	Araceae	2n = 26
Sharma and Mukhopadhyay (1965)	*Arisaema tortuosum* Schott.	Araceae	2n = 24
Krishnan *et al.* (1970)	*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.	Araceae	2n = 28 n = 14
	Amorphophallus titanum	Araceae	2n = 26
Ramachandran, K (1977)	*Amorphophallus hohenackeri* Engl.	Araceae	2n = 26
	Amorphophallus campanulatus Bl. ex Decne.	Araceae	2n = 28
	Amorphophallus dubius Bl.	Araceae	2n = 28
	Amorphophallus bulbifer Bl.	Araceae	2n = 3x = 39 n = 14
Ramachandran, K (1978)	*Arisaema leschenaultii* Schott.	Araceae	2n = 28
	Arisaema neglegtum Schott.	Araceae	2n = 28
	Arisaema wightii Bl.	Araceae	2n = 28
	Arisaema tortuosum Schott.	Araceae	2n = 56
Subramanian, D. and Munian, M (1988)	*Amorphophallus campanulatus* Blume.	Araceae	2n = 28
	Arisaema wightinum Bhone.	Araceae	2n = 28

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมบุก (ต่อ)

ชื่อผู้รายงาน	ชนิดของบุก	วงศ์	จำนวนโครโมโซม
Subramanian, D. and Munian, M (1988)	*Arisaema tortuosum* Schott.	Araceae	2n = 28
ดวงพร เจียมอมรรัตน์ (2534)	*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.	Araceae	2n = 28

Darlington (1955) รายงานเบสิคนัมเบอร์ของบุกในวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus spp.* และสกุล *Arisaema spp.* ว่ามีเบสิคนัมเบอร์เท่ากับ 13 และเท่ากับ 14

นอกจากนี้การศึกษาของ Ramachandran, K (1977) ยังได้ทำการศึกษาคาริโอไทป์ของรากบุกในสกุล *Amorphophallus* 4 ชนิดที่พบทางตอนใต้ของอินเดียโดยวิธี acetocarmine aquash พบว่า *Amorphophallus hohenackeri* Engl. (2n = 26) มีขนาดโครโมโซมใหญ่ และมี symmetrical karyotype มากกว่าชนิดอื่นคือมีโครโมโซมชนิด metacentric กับ submetacentric เท่านั้น สำหรับ *Amorphophallus campanulatus* Bl. กับ *Amorphophallus dubius* Bl. (2n = 28) มีคาริโอไทป์คล้ายกันคือมีโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric และ acrocentric สำหรับ *Amorphophallus bulbifer* Bl. (2n = 3x = 39) เป็น triploid แต่ไม่สามารถจับคู่โครโมโซมเป็นกลุ่มละ 3 แท่งเท่า ๆ กันได้ แต่จะแบ่งโครโมโซมออกเป็นกลุ่มละ 2, 3 หรือ 4 แท่ง การศึกษานี้ทราบว่ามีเบสิคนัมเบอร์ เท่ากับ 13 และ 14 ส่วนการศึกษาไมโอซีสในดอกของ *Amorphophallus campanulatus* Bl. พบว่ามี 14 bivalent โดยใช้วิธี acetocarmine smear

Subramanian, D. and Munian, M (1988) ศึกษาคาริโอไทป์ของพืชวงศ์ Araceae ที่พบทางตอนใต้ของอินเดียจำนวน 21 ชนิด โดยศึกษาจากรากด้วยวิธี iron alum hematoxylin squash พบจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 2n = 14 ถึง 2n = 68 โดยเฉพาะบุกชนิด *Amorphophallus campanulatus* Blume, *Arisaema tortuosum* Schott. และ *Arisaema wightinum* Bhone. มีจำนวนโครโมโซม 2n = 28 เท่ากัน แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน

Mayo, S.J.; Bogner, J. and Boyce, P.C. (1997) กล่าวถึงจำนวนโครโมโซมของบุกในวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus spp.* ว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 26, 28, 39 ส่วนบุกในสกุล *Arisaema spp.* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20, 24 ,26, 28, 39, 42, 48, 52, 56, 70, 72, 112, 140, 168 และสกุล *Pseudodracontium spp.* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26

จากข้อมูลดังกล่าวนี้จึงยังมีบุกอีกหลายชนิดที่พบในประเทศไทยที่ยังไม่มีการศึกษาทั้งจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ ซึ่งจะได้ทำการศึกษาต่อไปในงานวิจัยนี้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างบุกจำนวน 15 ชนิด ชนิดละ 5 ต้น
2. กระถางขนาด 10 นิ้ว
3. ดินผสมปุ๋ย
4. ขวดสำหรับเก็บตัวอย่างรากบุก
5. ปากคีบปลายแหลม
6. เข็มเขี่ย
7. ตะเกียงอัลกอฮอล์
8. สไลด์และแผ่นแก้วปิด
9. ดินสอที่มียางลบสำหรับเตาะโครโมโซม
10. เทอร์มอมิเตอร์
11. กระดาษซับ
12. กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1,000 เท่า
13. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) 60 องศาเซลเซียส
14. ยาทาเล็บชนิดใส
15. กรรไกร
16. กล้องถ่ายรูป, ฟิล์ม
17. coplin jar

สารเคมี

1. สารละลายอิ่มตัวของ alphabromonapthalene
2. กรดอะซิติก (acetic acid) 90 เปอร์เซ็นต์
3. เอทิลอัลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 70 เปอร์เซ็นต์
4. กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล (1 Normal hydrochloric acid = 1 N. HCl)
5. Schiff's reagent
6. propiono-carmine 2 เปอร์เซ็นต์

7. น้ำมัน (oil)
8. น้ำกลั่น
9. สารละลายคาร์นอยด์ (Carnoy solution = 3 ethanol : 1 acetic acid)
10. กรดอะซิติก (acetic acid) 45 เปอร์เซ็นต์
11. ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen)
12. กรดไฮโดรคลอริก 5 นอร์มอล (5 Normal hydrochloric acid = 5 N. HCl)
13. aceto-hematoxylin-iron alum = 4 g hematoxylin plus 1 g iron alum dilute in 100 ml 45% acetic acid

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. นำหัวของตัวอย่างบุกที่ได้รับมาจากกองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร และบุกที่เก็บมาจากเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มาปลูกในเรือนทดลองของภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อให้ได้ระยะที่เหมาะสมต่อการนำรากมาศึกษาคาริโอไทป์

2. ดำเนินการศึกษาจำนวนและโครงสร้างโครโมโซม แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์

3. เปรียบเทียบคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การปลูกบุก

นำหัวบุกมาปลูกในกระถางที่ใส่ดินซึ่งมีขุยมะพร้าว ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์เทศบาลในอัตราส่วน 2: 1 รดน้ำวันเว้นวัน ประมาณ 14 วัน จะได้รากที่มีเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวเป็นจำนวนมาก

2. การศึกษาโครโมโซมจากปลายรากบุก เตรียมได้โดยใช้ 2 เทคนิค คือ

2.1 **วิธีเตรียมเซลล์แบบ Feulgen squash** (ดัดแปลงจาก กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ตัดปลายรากบุกที่มีลักษณะอวบ ขาว ปลายรากใส ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ใส่ในขวดที่มีสารละลายอิ่มตัวของ alphabromonapthalene ซึ่งจะทำหน้าที่หยุดการแบ่งนิวเคลียสให้อยู่ในระยะเมทาเฟส และช่วยให้โครโมโซมหดตัวได้ดี ทำให้เห็นรอยคอดบนแท่งโครโมโซมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยลดความหนืดของไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ด้วย ในการตัดรากบุก

แต่ละครั้ง จะตัดชนิดละ 5 ต้น ต้นละ 8-10 ราก แล้วแช่ไว้ในสารละลายอิ่มตัวของ alphabromonapthalene ระยะเวลาในการ pretreated รากบุก แต่ละชนิดจะใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 23-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างรากไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส

2.1.2นำรากมาหยุดการทำงานของเซลล์ (fixation) โดยนำรากออกจาก alphabromonapthalene มาใส่ใน กรดอะซิติก 90 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที

2.1.3 ล้างรากด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที เก็บตัวอย่างรากในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 6-12 เดือน

2.1.4 นำรากที่เก็บไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ มาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำรากไป hydrolyse ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการศึกษาตัวอย่างบุกแต่ละชนิด จึงต้องทดลองหาเวลาที่เหมาะสม โดยดัดแปลงเวลา hydrolyse เป็น 6, 7, 8, 9 และ 10 นาที แล้วสังเกตเวลาที่โครโมโซมติดสีดีที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการ hydrolyse ครั้งต่อไป

2.1.5 นำรากออกจากกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล มาล้างด้วยน้ำกลั่น

2.1.6 ย้อมรากด้วย Schiff's reagent เป็นเวลา 30 ถึง 120 นาที การติดสีของโครโมโซมของบุกแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในเซลล์ รากที่ดีจะมีสีแดงภายในเวลา 10-15 นาที

2.1.7 ย้ายรากจาก Schiff's reagent ไปแช่ในจานเพาะเชื้อที่มีน้ำ แล้วใช้เข็มเขี่ยตัดปลายรากเฉพาะส่วนที่มีสีแดง (บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ) วางบนสไลด์ หยด propionocarmine 2 % 1 หยด แล้วใช้ปลายปากคีบขยี้ให้เนื้อเยื่อแยกเป็นชิ้นเล็กๆ วางแผ่นแก้วปิดตรงบริเวณที่มีน้ำยา แล้วใช้กระดาษซับสีส่วนเกินออก ใช้ดินสอด้านที่มียางลบเคาะเบา ๆ บนแผ่นแก้วปิด บริเวณที่มีเนื้อเยื่อสีแดง จนกลุ่มเซลล์สีแดงกระจายแยกออกจากกัน

2.1.8 นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์วัตถุกำลังขยาย x10 และ x40 เพื่อตรวจหาเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสในระยะเมทาเฟส ถ้าโครโมโซมยังไม่กระจายดี นำสไลด์มาเคาะด้วยปลายดินสอจนโครโมโซมกระจายดี ใช้หัวแม่มือกดลงบนกระดาษซับที่วางบนสไลด์อีกทีหนึ่ง เพื่อทำให้โครโมโซมอยู่ในระนาบเดียวกัน

2.1.9 ทาไสลด์ด้วยน้ำยาทาเล็บชนิดใส จะเก็บไสลด์ไว้ในช่องแช่แข็งได้ประมาณ 3-7 วัน เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

2.2 **วิธีเตรียมเซลล์แบบเทคนิค Hematoxylin Staining** (ดัดแปลงจาก Mutue T. Fujii and Marcelo Guerra, 1997) มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ตัดปลายรากบุกชนิดละ 5 ต้น ต้นละ 8-10 ราก ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร มาล้างด้วยน้ำสะอาด ซับให้แห้ง แล้วนำหยุดการทำงานของเซลล์ ในสารละลายคาร์นอย ซึ่งใช้เป็น fixative ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นานประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บไว้ใน เอทิลอัลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.2.2 เตรียมสไลด์ โดยนำรากออกจากเอทิลอัลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ มาล้างในน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที แล้วหยดกรดอะซิติก 45 เปอร์เซ็นต์ลงบนสไลด์ ใช้ปลายปากคีบขยี้เนื้อเยื่อให้เป็นชิ้นเล็กๆ ปิดด้วยแผ่นแก้วปิด แล้วเคาะเบา ๆ นำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว ประมาณ 10 นาที แล้วนำขึ้นจากไนโตรเจนเหลว ทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 30 นาที นำไปจุ่มลงในกรดไฮโดรคลอริก 5 นอร์มอล ที่อุณหภูมิห้อง นาน 20 นาที ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำมาย้อมสีโดยหยด aceto-hematoxylin-iron alum ทิ้งไว้ 5 นาที กดแผ่นแก้วปิด เพื่อไล่สีส่วนที่เกินออก จากนั้นนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

3. การวิเคราะห์โครโมโซม ทำตามวิธีการของกันยารัตน์ ไชยสุต (2532)

3.1 นำไสลด์ที่เตรียมได้จากข้อ 2.1.8 และข้อ 2.2.2 มาศึกษารายละเอียดของโครโมโซม โดยนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ที่มีการแบ่งตัวในระยะเมทาเฟส โดยเลือกเซลล์ที่มีโครโมโซมกระจายดี ไม่ซ้อนทับกัน หรือซ้อนทับกันโดยไม่ทับตำแหน่งเซนโทรเมียร์ เมื่อนับจำนวน somatic number ครบแล้ว นำเซลล์ที่มีโครโมโซมกระจายดีไปถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์วัตถุกำลังขยาย x100 ใช้ฟิล์ม print ISO 100

3.2 นำฟิล์มที่ล้างแล้วมาอัดขยายประมาณ 3,500 เท่า โดยเลือกอัดเฉพาะเซลล์ที่โครโมโซมกระจายดีที่สุด 10 เซลล์ และใช้กำลังขยายเท่ากัน ทั้ง 10 เซลล์

3.3 นำภาพที่อัดขยายแล้วมาจับคู่โครโมโซม วัดความยาวของโครโมโซม โดยวัดจากโครโมโซมคู่ยาวที่สุดไปหาคู่ที่สั้นที่สุด วัดความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) โดยใช้เซนโทรเมียร์เป็นหลัก ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาวรวบกับความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น เท่ากับความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (Total Length คือ LT = Ll + Ls) นำค่า Ll Ls และ LT มาคำนวณค่า relative length (RL) และค่า centromereic index (CI) ดังนี้

$$RL = \frac{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง } (LT = Ll + Ls)}{\text{ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมทุกคู่ } (\Sigma LT)}$$

$$CI = \frac{\text{ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว}}{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง}}$$

แล้วนำค่าที่ได้บันทึกลงตาราง ซึ่งจากค่า RL และค่า CI จะใช้ในการจับคู่โครโมโซม และจากความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่งที่วัดได้ใช้ในการแบ่งโครโมโซมเป็น 3 ขนาด คือโครโมโซมขนาดใหญ่ (large = L) โครโมโซมขนาดกลาง (middle = M) และโครโมโซมขนาดเล็ก (small = S) ในโครโมโซมแต่ละขนาดอาจประกอบด้วยโครโมโซมชนิดต่าง ๆ กันคือ metacentric (m) submetacentric (sm) acrocentric (a) และ telocentric (t) ซึ่งค่า CI ที่ใช้กำหนดชนิดของโครโมโซม เป็นดังนี้

ค่า CI ระหว่าง 0.500-0.599 จัดเป็น metacentric chromosome
ค่า CI ระหว่าง 0.600-0.699 จัดเป็น submetacentric chromosome
ค่า CI ระหว่าง 0.700-0.899 จัดเป็น acrocentric chromosome
ค่า CI ระหว่าง 0.900-1.000 จัดเป็น telocentric chromosome

สำหรับการกำหนดขนาดของโครโมโซม ถ้าเป็น โครโมโซมขนาดใหญ่ ได้แก่ โครโมโซมที่มีขนาดใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด รวมกับโครโมโซมคู่ที่เล็กที่สุด

$$L > (LT_{\text{ใหญ่ที่สุด}} + LT_{\text{เล็กที่สุด}}) / 2$$

โครโมโซมขนาดกลาง ได้แก่โครโมโซมที่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด รวมกับโครโมโซมคู่ที่เล็กที่สุด แต่ใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด

$$(LT_{\text{ใหญ่ที่สุด}} + LT_{\text{เล็กที่สุด}}) / 2 > M > LT_{\text{ใหญ่ที่สุด}} / 2$$

โครโมโซมขนาดเล็ก ได้แก่ โครโมโซมที่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเฉลี่ยของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด

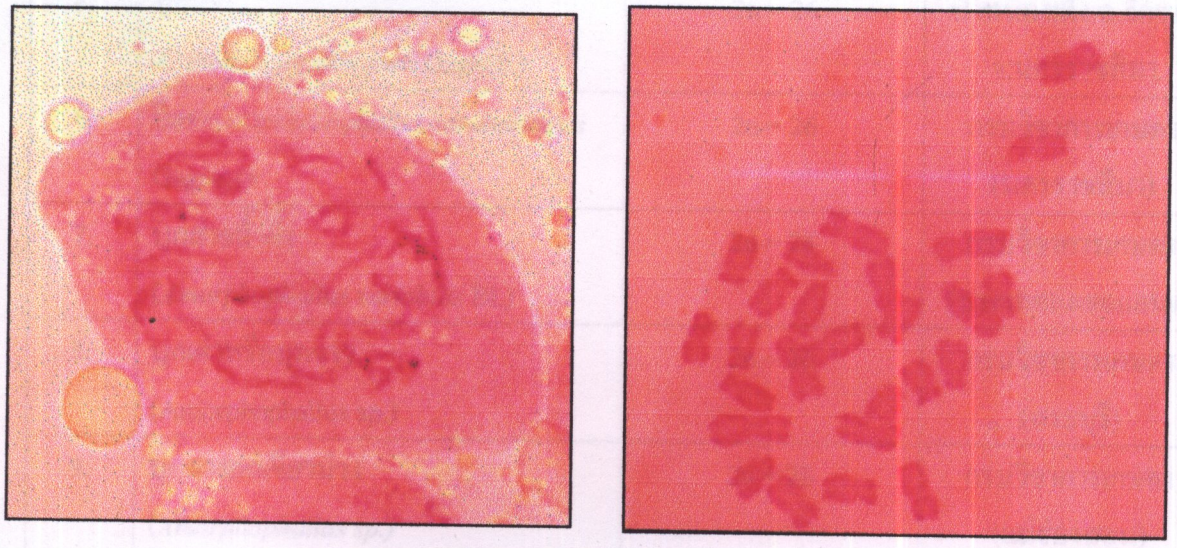
$$S < LT_{\text{ใหญ่ที่สุด}} / 2$$

3.4 จัดทำคาริโอแกรม และสรุปสูตรคาริโอไทป์ (karyotype formular) ของบุกแต่ละชนิด แล้วทำการเปรียบเทียบคาริโอไทป์ด้วยการเขียนอิดิโอแกรม

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการทดลองหาเทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษาโครโมโซมของบุกโดยทดลองทำในรากบุก 5 ชนิด คือ บุกโคราช บุกแสมสาร บุกเนื้อทราย บุกเขา และอีลอก เนื่องจากเป็นตัวอย่างบุกที่สามารถรวบรวมมาได้ก่อนชนิดอื่นๆ และจากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีการคือ วิธี Feulgen squash และวิธี Hematoxylin Staining พบว่าบุกทั้ง 5 ชนิดให้ผลเหมือนกันคือสามารถเห็นโครโมโซมในระยะเมทาเฟสชัดเจนกว่า และได้ระยะที่เหมาะสมต่อการนำมาศึกษาคาริโอไทป์ มากกว่าเมื่อใช้วิธี Feulgen squash แต่วิธี Hematoxylin Staining นั้นพบว่าโครโมโซมอยู่ในระยะที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาศึกษาคาริโอไทป์เลย คือ โครโมโซมไม่หดสั้นพอ บางครั้งก็ไม่ติดสีย้อม รวมทั้งวิธีการก็ยุ่งยากกว่า ดังรูปเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งสองวิธีในรูปที่ 3



ก ข

รูปที่ 3 ก. แสดงโครโมโซมที่ได้จากการศึกษาโดยวิธี Hematoxylin staining
ข. แสดงโครโมโซมที่ได้จากการศึกษาโดยวิธี Feulgen squash

จากความแตกต่างดังกล่าว จึงเลือกใช้วิธี Feulgen squash ทำการศึกษาโครโมโซมบุกวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus spp.* 14 ชนิด และบุกเทียมวงศ์ Taccaceae สกุล *Tacca sp.* 1 ชนิด เมื่อนับจำนวนโครโมโซม ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนโครโมโซมและสถานที่เก็บตัวอย่างของบุกชนิดต่าง ๆ ที่นำมาศึกษา

ลำดับที่	ชนิดของบุก	จำนวนโครโมโซม	สถานที่เก็บตัวอย่าง
1.	บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)	2n = 26	อ. ไทรโยค จ.กาญจนบุรี
2.	บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (เชียงใหม่)
3.	บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (พระนครศรีอยุธยา)
4.	บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (แม่ฮ่องสอน)
5.	บุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep.)	2n = 26	ป่าหนองแต้ง อ.จักราช จ.นครราชสีมา
6.	อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (นครราชสีมา)
7.	บุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (ประเทศเนเธอแลนด์)
8.	บุกเต่าหรือบุกขาว (Amorphophallus sp.)	2n = 26	กรมวิชาการเกษตร (สระบุรี)
9.	บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.)*	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (แม่ฮ่องสอน)
10.	บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.)	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (แม่ฮ่องสอน)
11.	บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (เชียงใหม่)
12.	บุกโคราชหรือมันกะบุก (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.)	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (นครราชสีมา)
13.	บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*)	2n = 28	เกาะแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนโครโมโซมและสถานที่เก็บตัวอย่างของบุกชนิดต่าง ๆ ที่นำมาศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดของบุก	จำนวนโครโมโซม	สถานที่เก็บตัวอย่าง
14.	บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*)	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (นครศรีธรรมราช)
15.	เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.)	2n = 28	กรมวิชาการเกษตร (นครราชสีมา)

ในการศึกษาคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิดครั้งนี้ ได้รายงานรายละเอียดลักษณะสัณฐานวิทยาของหัว (ลำต้นใต้ดิน) ก้านใบ ใบ ดอก ผล รวมทั้งสภาพนิเวศวิทยาที่เหมาะสม พร้อมทั้งข้อมูลทางอนุกรมวิธานของบุกทุกชนิดที่นำมาศึกษาที่รายงานไว้โดย มงคล เกษประเสริฐ, อรนุช เกษประเสริฐ และวรกิจ ห้องแซง (2542) ไว้ด้วยในภาคผนวก ส่วนผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิด มีรายละเอียดดังนี้

1. บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)
มีลักษณะก้านใบและช่อดอกดังรูปที่ 4

ก ข

รูปที่ 4 บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)
ก. แสดงลักษณะภายนอกของก้านใบและใบ
ข. แสดงช่อดอก

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.025	1.100	2.125	0.047	0	0	0.518	±0.005	±0.006
2	0.975	1.075	2.050	0.046	±0.001	±0.001	0.525	±0.001	±0.001
3	0.950	1.075	2.025	0.045	±0.001	±0.001	0.531	±0.019	±0.022
4	0.950	1.025	1.975	0.044	±0.001	±0.001	0.519	±0.006	±0.007
5	0.750	1.175	1.925	0.043	±0.001	±0.001	0.610	±0.005	±0.006
6	0.900	0.975	1.875	0.042	±0.001	±0.001	0.520	±0.006	±0.007
7	0.900	0.950	1.850	0.041	±0.001	±0.001	0.514	0	0
8	0.750	0.963	1.713	0.038	±0.002	±0.002	0.562	±0.006	±0.006
9	0.538	1.075	1.613	0.035	±0.001	±0.001	0.672	±0.005	±0.005
10	0.550	0.925	1.475	0.034	±0.001	±0.001	0.634	±0.009	±0.010
11	0.338	1.100	1.438	0.032	±0.001	±0.001	0.767	±0.012	±0.014
12	0.363	0.975	1.338	0.030	0	±0.001	0.730	±0.019	±0.022
13	0.325	0.938	1.263	0.028	±0.001	±0.001	0.733	±0.011	±0.013

ตารางที่ 5 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott. 2n = 26)

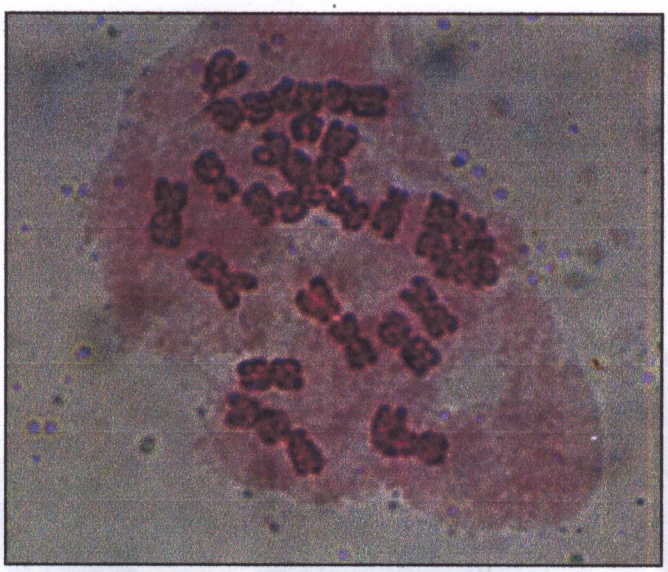
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.125-1.694 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.693-1.063 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.063 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 submetacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 metacentric	คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 submetacentric คู่ที่ 11 acrocentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

จากตารางที่ 5 บุกกาญจนบุรีจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

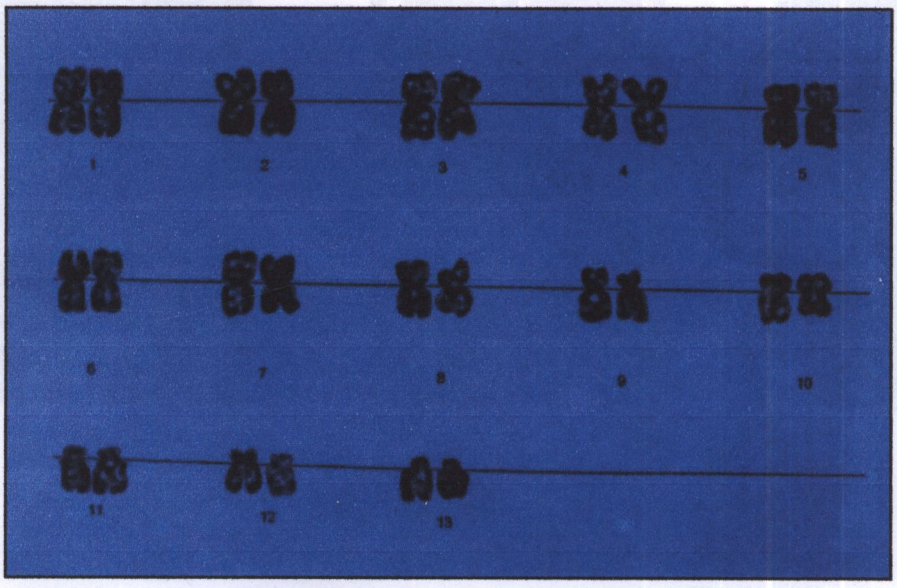
***Amorphophallus blumei* Schott. 2n = 26** $= L^{m}_{14} + L^{sm}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{6}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott. 2n = 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 0.862 เซนติเมตร (2.125-1.263)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกกาญจนบุรี แสดงไว้ในรูปที่ 5



ก



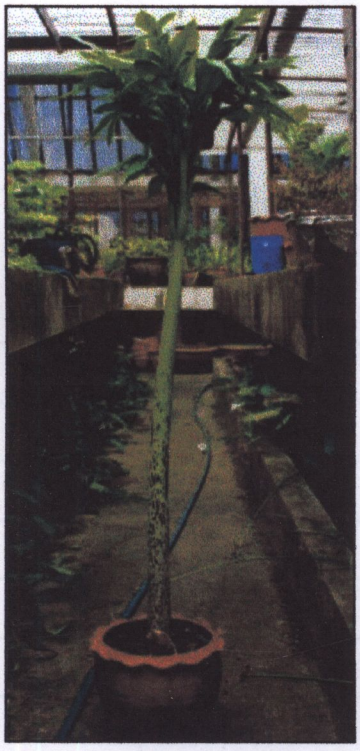
ข

รูปที่ 5 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากบุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

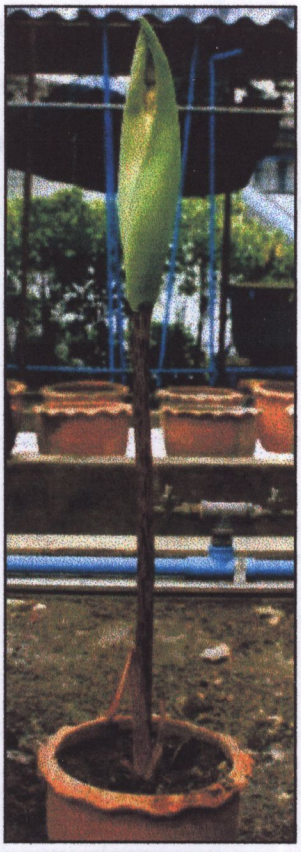
ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกกาญจนบุรี

2. บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.)

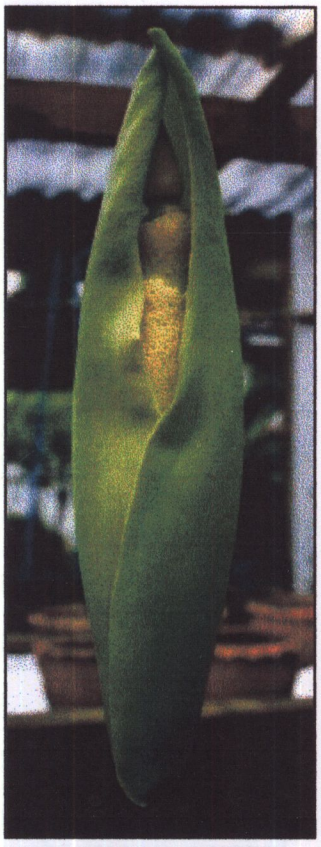
มีลักษณะก้านใบ ใบ ก้านช่อดอก และดอก ดังรูปที่ 6



ก



ข



ค

รูปที่ 6 ก. แสดงลักษณะภายนอกของก้านใบและใบของบุกเขา
ข. แสดงลักษณะก้านช่อดอกและช่อดอกของบุกเขา
ค. แสดงลักษณะช่อดอกของบุกเขา
(Amorphophallus corrugatus N.E.Br.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.925	1.175	2.100	0.044	0	0	0.560	±0.015	±0.017
2	0.988	1.036	2.024	0.043	±0.001	±0.001	0.517	±0.019	±0.022
3	0.925	0.075	2.000	0.042	0	0	0.539	±0.015	±0.017
4	0.900	1.000	1.900	0.040	0	0	0.526	±0.001	±0.001
5	0.675	1.225	1.900	0.040	0	0	0.644	±0.007	±0.008
6	0.950	0.950	1.900	0.040	0	0	0.500	0	0
7	0.950	0.950	1.900	0.040	0	0	0.500	0	0
8	0.900	0.950	1.850	0.039	0	0	0.513	±0.001	±0.001
9	0.875	0.975	1.850	0.039	0	0	0.513	±0.001	±0.001
10	0.800	1.000	1.800	0.038	±0.001	±0.001	0.556	±0.003	±0.003
11	0.550	1.125	1.675	0.036	±0.001	±0.001	0.661	±0.005	±0.006
12	0.775	0.825	1.600	0.034	±0.001	±0.001	0.515	±0.015	±0.017
13	0.375	1.013	1.388	0.030	0	0	0.732	±0.002	±0.002

ตารางที่ 7 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br. 2n = 26)

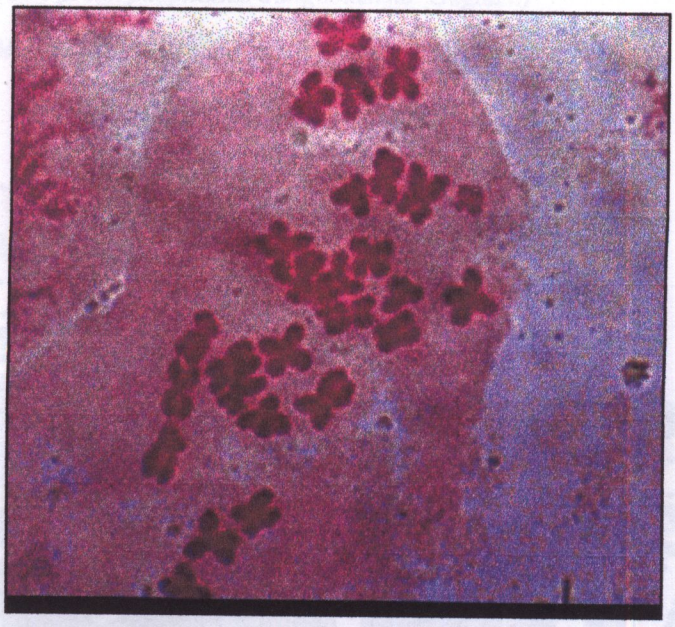
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.100-1.744 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.743-1.050 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.050 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 submetacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 metacentric	คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 metacentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

จากตารางที่ 5 บุกเขาจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

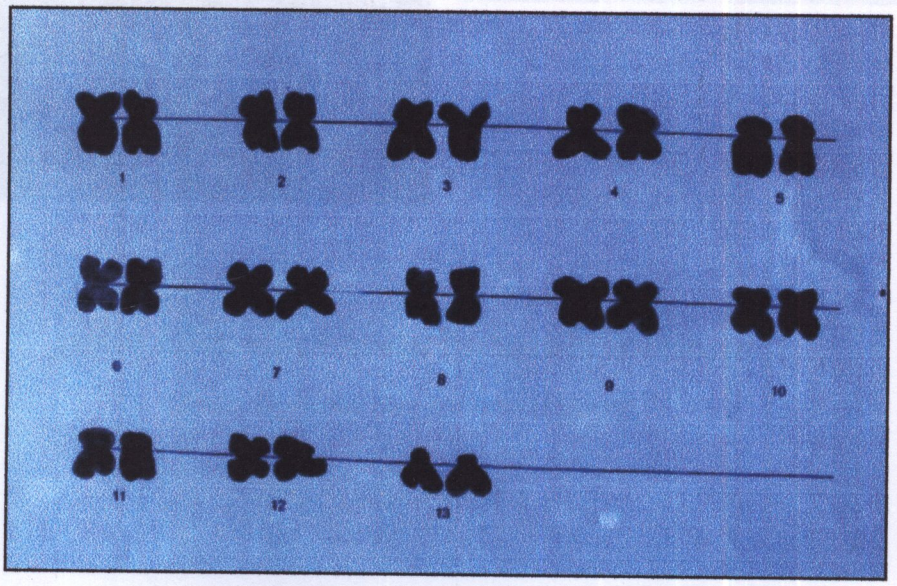
***Amorphophallus corrugatus* N.E.Br. 2n = 26** $= L^{m}_{14} + L^{sm}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{6}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br. 2n = 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 0.712 เซนติเมตร (2.100-1.388)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกเขาแสดงไว้ในรูปที่ 7



ก



ข

รูปที่ 7 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากบุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกเขา

3. บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)
มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 ก. และ ข. แสดงลักษณะก้านใบและใบ ของบุกอยุธยา
(*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 8 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.250	1.450	2.700	0.049	±0.001	±0.001	0.537	±0.001	±0.001
2	1.090	1.460	2.550	0.046	±0.002	±0.002	0.572	±0.007	±0.008
3	0.775	1.613	2.388	0.043	±0.002	±0.002	0.675	±0.017	±0.019
4	0.840	1.350	2.190	0.041	±0.001	±0.001	0.628	±0.008	±0.009
5	1.050	1.065	2.115	0.041	0	±0.001	0.503	±0.009	±0.010
6	1.050	1.060	2.110	0.040	±0.002	±0.002	0.502	±0.010	±0.012
7	0.800	1.300	2.100	0.037	±0.001	±0.002	0.619	±0.013	±0.015
8	0.925	1.100	2.025	0.037	±0.001	±0.001	0.543	±0.011	±0.013
9	0.775	1.225	2.000	0.036	±0.001	±0.001	0.612	±0.013	±0.014
10	0.525	1.375	1.900	0.034	±0.001	±0.001	0.724	±0.012	±0.014
11	0.688	1.150	1.838	0.033	±0.002	±0.003	0.625	±0.008	±0.009
12	0.488	1.350	1.828	0.033	±0.002	±0.002	0.734	±0.020	±0.023
13	0.450	1.225	1.675	0.031	±0.001	±0.001	0.731	±0.018	±0.021

ตารางที่ 9 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep. 2n = 26)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.700-2.188 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.187-1.350 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.350 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 submetacentric คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 submetacentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 acrocentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

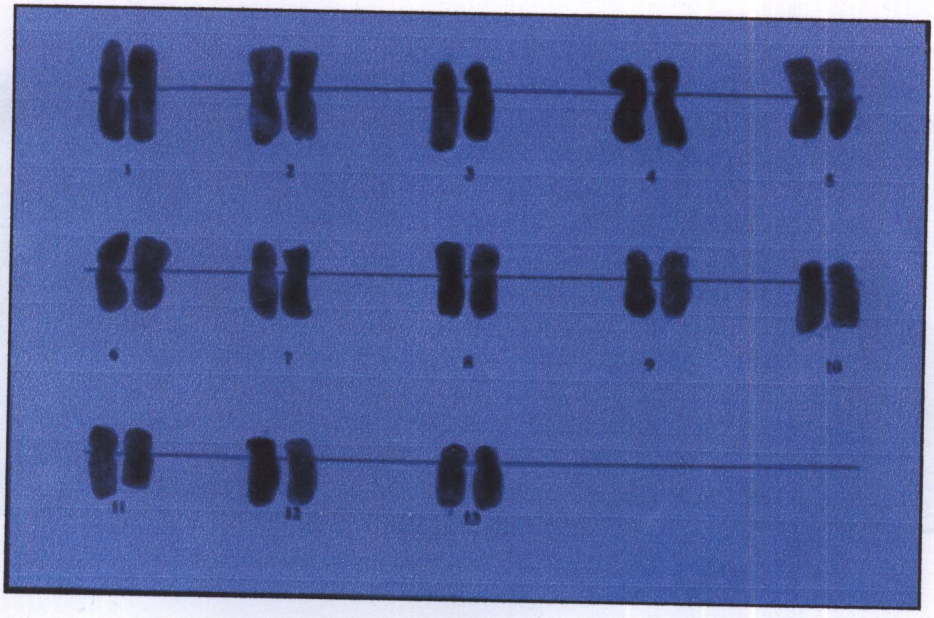
จากตารางที่ 9 บุกอยุธยาจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

***Amorphophallus bangkokensis* Gagnep. (2n = 26)** $= L^{m}_{4} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{6}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่าบุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep. 2n = 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.025 เซนติเมตร (2.700-1.675)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกอยุธยาแสดงไว้ในรูปที่ 9

ก



ข

รูปที่ 9 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep. (2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกอยุธยา

4. บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 10

ก

ข

ค

ง

รูปที่ 10 ก. แสดงลักษณะของ ก้านใบ และใบของบุกเนื้อทราย

ข. และ ค. แสดงลักษณะของหัวและดอกของบุกเนื้อทราย

ง. แสดงลักษณะหัวย่อยบนใบของบุกเนื้อทราย

(*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.188	1.450	2.638	0.049	±0.003	±0.004	0.549	±0.024	±0.028
2	1.038	0.588	2.626	0.048	±0.002	±0.003	0.611	±0.008	±0.009
3	0.893	1.525	2.388	0.045	±0.001	±0.001	0.639	±0.015	±0.017
4	1.025	1.300	2.325	0.043	0	0	0.559	±0.006	±0.007
5	0.963	1.375	2.338	0.041	±0.002	±0.001	0.623	±0.017	±0.019
6	0.725	1.350	2.075	0.039	±0.001	±0.001	0.651	±0.017	±0.019
7	0.500	1.550	2.050	0.038	±0.001	±0.001	0.756	±0.006	±0.007
8	0.913	1.038	1.951	0.036	±0.001	±0.002	0.521	±0.009	±0.011
9	0.450	1.475	1.925	0.036	±0.001	±0.001	0.766	±0.003	±0.003
10	0.438	1.400	1.838	0.034	±0.001	±0.001	0.762	±0.022	±0.026
11	0.613	1.175	1.788	0.033	0	±0.001	0.657	±0.017	±0.019
12	0.438	1.238	1.676	0.032	±0.001	±0.001	0.739	±0.027	±0.031
13	0.450	1.100	1.550	0.029	±0.001	±0.001	0.710	±0.008	±0.011

ตารางที่ 11 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. 2n = 26)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.638-2.094 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.093-1.319 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.319 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 submetacentric คู่ที่ 3 submetacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 submetacentric	คู่ที่ 6 submetacentric คู่ที่ 7 acrocentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 acrocentric คู่ที่ 10 acrocentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

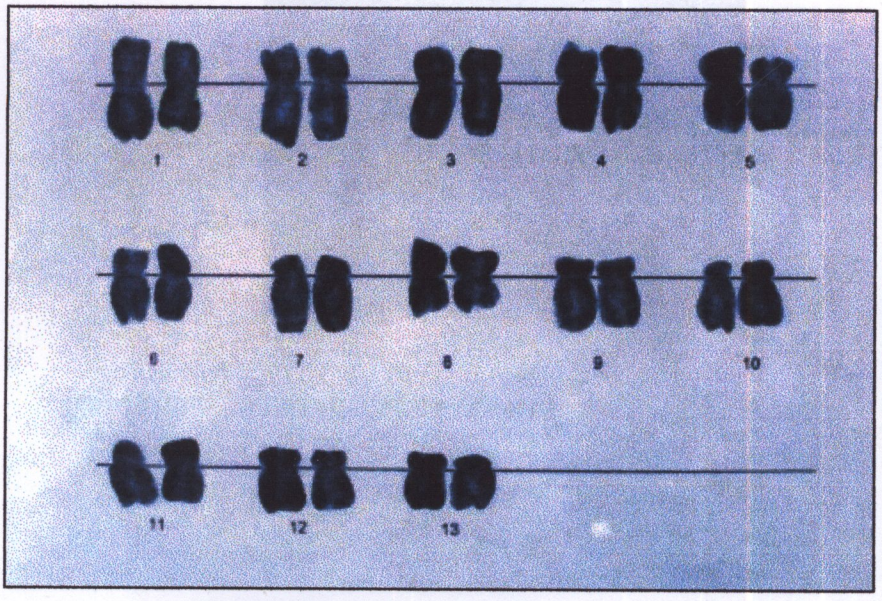
จากตารางที่ 11 บุกเนื้อทรายจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

$$\textit{Amorphophallus oncophyllus}\ \textbf{Parin. (2n = 26)} = L^{m}_{4} + L^{sm}_{6} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{10}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่าบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. 2n = 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.088 เซนติเมตร (2.638-1.550)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกเนื้อทราย แสดงไว้ในรูปที่ 10

ก



ข

รูปที่ 11 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกเนื้อทราย

5. บุกแดง *(Amorphophallus putii* Gagnep.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 12

รูปที่ 12 แสดงลักษณะของบุกแดง *(Amorphophallus putii* Gagnep.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 13

ตารางที่ 12 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.200	1.275	2.475	0.053	±0.003	±0.003	0.515	±0.005	±0.006
2	1.013	1.263	2.276	0.049	0	0	0.555	±0.008	±0.010
3	0.988	1.138	2.126	0.046	±0.001	±0.001	0.535	±0.014	±0.016
4	0.963	1.050	2.013	0.043	±0.001	±0.001	0.522	±0.006	±0.006
5	0.888	1.038	1.926	0.042	±0.001	±0.001	0.539	±0.005	±0.005
6	0.900	0.988	1.888	0.040	±0.001	±0.002	0.516	±0.020	±0.024
7	0.813	0.975	1.788	0.039	±0.002	±0.002	0.543	±0.036	±0.042
8	0.725	0.938	1.663	0.035	±0.002	±0.002	0.562	±0.027	±0.032
9	0.688	0.863	1.551	0.035	±0.001	±0.001	0.522	±0.007	±0.008
10	0.338	1.238	1.526	0.034	±0.001	±0.001	0.786	±0.008	±0.010
11	0.313	1.138	1.451	0.032	±0.001	±0.001	0.785	±0.011	±0.012
12	0.313	0.988	1.301	0.028	±0.001	±0.001	0.760	±0.016	±0.019
13	0.338	0.900	1.238	0.027	±0.002	±0.002	0.727	±0.021	±0.025

ตารางที่ 13 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep. 2n = 26)

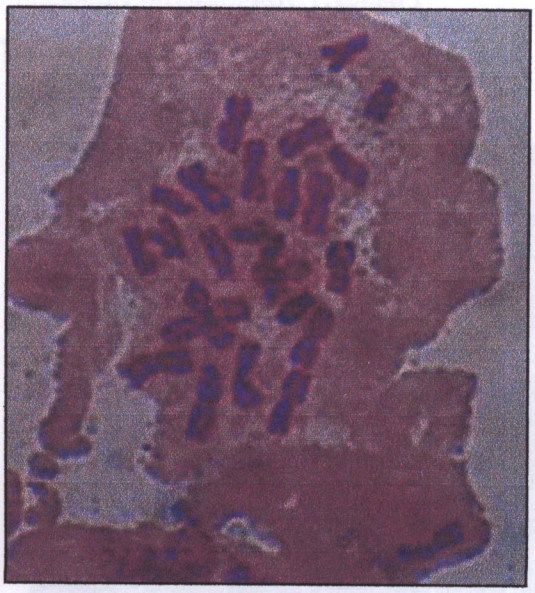
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.475-1.857 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.856-1.238 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.238 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 acrocentric คู่ที่ 11 acrocentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

จากตารางที่ 13 บุกแดงจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

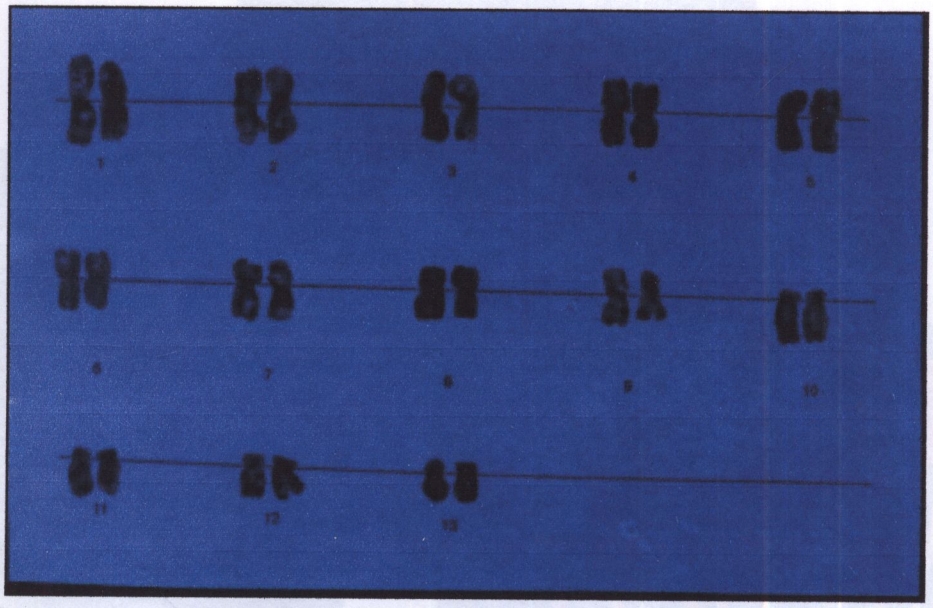
$$\textit{Amorphophallus putii}\ \textbf{Gagnep. (2n = 26)} = L^{m}_{8} + M^{m}_{10} + M^{a}_{8}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่าบุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep. 2n = 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.237 เซนติเมตร (2.475-1.238)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกแดง แสดงไว้ในรูปที่ 13



ก



ข

รูปที่ 13 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกแดง

6. อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 14

ก

ข

ค

รูปที่ 14 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของอีลอก
ข. และ ค. แสดงลักษณะผลของอีลอก
(*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 15

ตารางที่ 14 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของอีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.088	1.513	2.601	0.053	±0.002	±0.003	0.582	±0.006	±0.007
2	1.000	1.363	2.363	0.048	0	±0.001	0.576	±0.007	±0.009
3	1.100	1.150	2.250	0.047	±0.001	±0.001	0.511	±0.011	±0.013
4	1.025	1.125	2.150	0.046	±0.001	±0.001	0.523	±0.016	±0.018
5	0.700	1.325	2.025	0.042	±0.002	±0.002	0.676	±0.037	±0.042
6	0.825	1.075	1.900	0.039	±0.002	±0.002	0.567	±0.017	±0.019
7	0.788	1.025	1.813	0.037	±0.002	±0.002	0.566	±0.015	±0.017
8	0.850	0.900	1.750	0.036	±0.001	±0.001	0.514	±0.014	±0.016
9	0.613	1.075	1.688	0.035	0	±0.001	0.637	±0.012	±0.014
10	0.438	1.188	1.626	0.033	0	0	0.731	±0.012	±0.014
11	0.513	1.063	1.576	0.032	0	0	0.674	±0.018	±0.020
12	0.513	0.975	1.488	0.030	0	±0.001	0.656	±0.018	±0.021
13	0.388	0.975	1.363	0.028	0	±0.001	0.716	±0.003	±0.011

ตารางที่ 15 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในอีลอก (*Amorphophallus saraburiens* Gagnep. 2n = 26)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.601-1.982 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.981-1.301 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.301 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 5 submetacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 acrocentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 submetacentric คู่ที่ 13 acrocentric	-

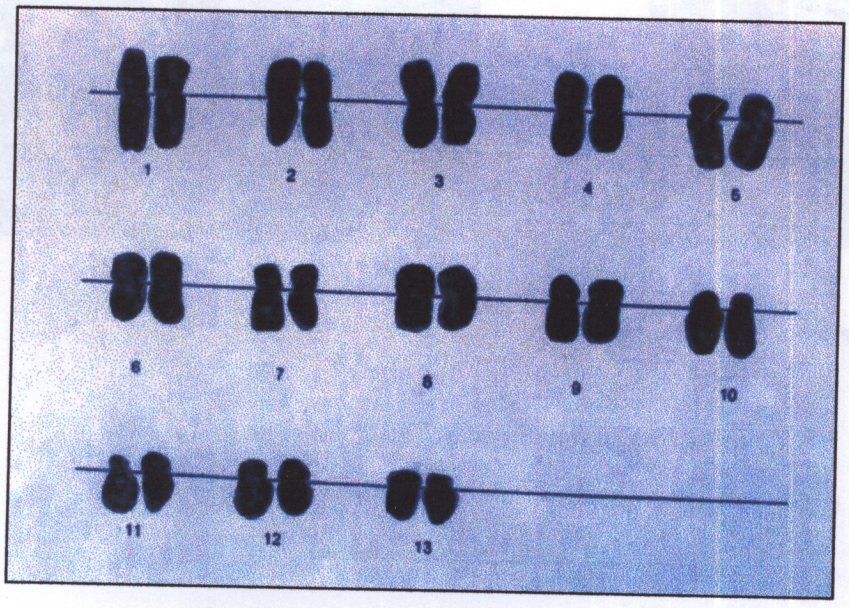
จากตารางที่ 15 อีลอกจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

***Amorphophallus saraburiensis* Gagnep. 2n = 26** $= L^{m}_{8} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{4}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep. 2n= 26) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.238 เซนติเมตร (2.601-1.363)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายราก และคาริโอแกรมของอีลอก แสดงไว้ในรูปที่ 15

ก



ข

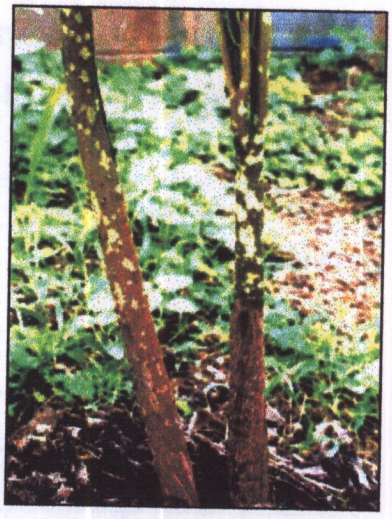
รูปที่ 15 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของอีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของอีลอก

7. บุกสายน้ำผึ้ง *(Amorphophallus variabilis* Bl.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 16

ก



ข

รูปที่ 15 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกสายน้ำผึ้ง

ข. แสดงลักษณะสีและลายของก้านใบของบุกสายน้ำผึ้ง

(*Amorphophallus variabilis* Bl.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 17

ตารางที่ 16 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl. 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.520	1.825	3.345	0.059	±0.003	±0.003	0.545	±0.008	±0.008
2	1.410	1.440	2.850	0.050	±0.001	±0.002	0.505	±0.004	±0.004
3	1.280	1.370	2.650	0.047	±0.003	±0.004	0.517	±0.004	±0.005
4	0.930	1.330	2.260	0.040	±0.001	±0.001	0.588	±0.005	±0.006
5	0.930	1.280	2.210	0.039	±0.001	±0.001	0.579	±0.011	±0.013
6	0.930	1.210	2.140	0.038	±0.000	±0.000	0.568	±0.010	±0.010
7	1.030	1.080	2.110	0.037	±0.001	±0.001	0.512	±0.006	±0.006
8	1.000	1.090	2.090	0.037	±0.001	±0.001	0.512	±0.012	±0.013
9	0.610	1.340	1.950	0.034	±0.001	±0.001	0.687	±0.004	±0.004
10	0.595	1.225	1.820	0.033	±0.001	±0.001	0.682	±0.019	±0.019
11	0.650	1.120	1.770	0.031	±0.001	±0.001	0.626	±0.012	±0.013
12	0.450	1.220	1.670	0.030	±0.000	±0.000	0.718	±0.013	±0.014
13	0.595	0.980	1.575	0.028	±0.001	±0.001	0.620	±0.006	±0.006

ตารางที่ 17 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl. 2n = 26)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.345-2.460เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.459-1.673 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.673 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 submetacentric คู่ที่ 11 submetacentric	คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 submetacentric

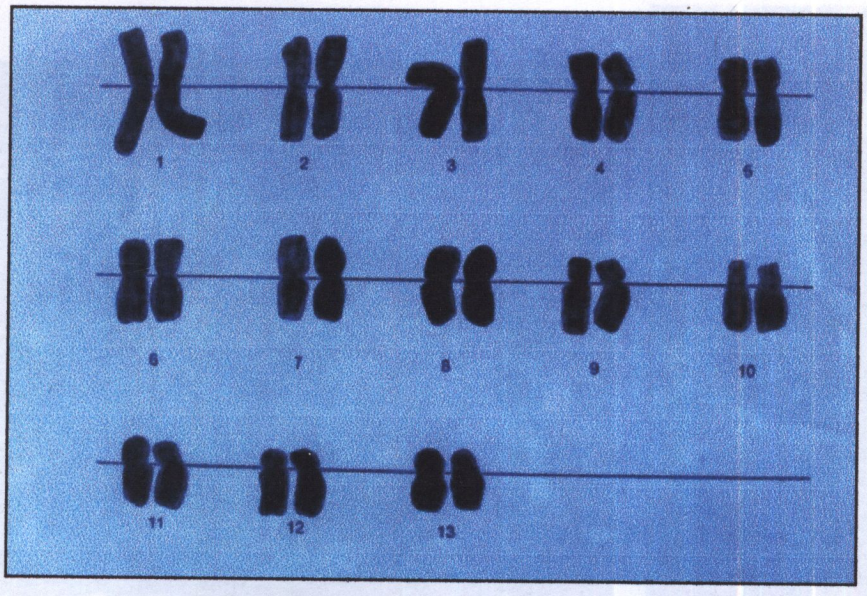
จากตารางที่ 15 บุกสายน้ำผึ้งจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

$$\textit{Amorphophallus variabilis}\ \textbf{Bl. 2n = 26} = L^{m}_{6} + M^{m}_{10} + M^{sm}_{6} + S^{sm}_{2} + S^{a}_{2}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่าบุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl.) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.965 เซนติเมตร (3.345-1.380)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายราก และคาริโอแกรมของบุกสายน้ำผึ้ง แสดงไว้ในรูปที่ 17

ก



ข

รูปที่ 17 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl. 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

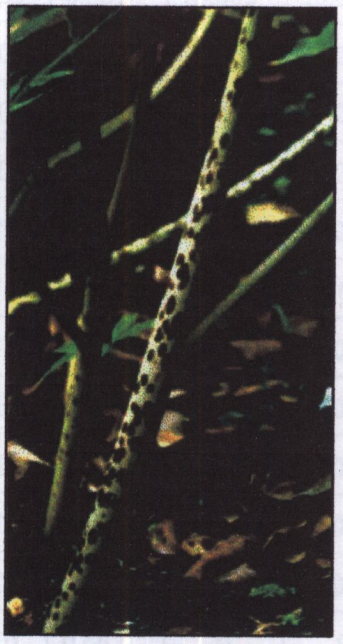
ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกสายน้ำผึ้ง

8. บุกเต่า (*Amorphophallus sp.*)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 18

ก

ข



ค

รูปที่ 18 ก. ข. และ ค. แสดงลักษณะก้านใบ ใบ และลายก้านใบของบุกเต่า (*Amorphophallus sp.*)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมทาเฟส แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 19

ตารางที่ 18 แสดงค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกเต่า (*Amorphophallus sp.* 2n = 26) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.900	1.150	2.050	0.048	±0.003	±0.003	0.561	±0.002	±0.002
2	0.660	1.260	1.920	0.046	±0.004	±0.004	0.665	±0.013	±0.015
3	0.650	1.235	1.880	0.044	±0.003	±0.003	0.658	±0.023	±0.028
4	0.535	1.175	1.710	0.041	±0.001	±0.001	0.687	±0.005	±0.006
5	0.705	1.000	1.705	0.041	±0.001	±0.001	0.586	±0.027	±0.031
6	0.550	1.100	1.650	0.038	0	0	0.667	0	0
7	0.430	1.230	1.660	0.038	0	0	0.725	±0.006	±0.007
8	0.530	1.050	1.580	0.036	±0.001	±0.001	0.660	±0.024	±0.027
9	0.480	1.100	1.580	0.036	±0.001	±0.001	0.695	±0.013	±0.014
10	0.700	0.880	1.580	0.035	±0.002	±0.002	0.573	±0.002	±0.002
11	0.730	0.780	1.510	0.034	±0.002	±0.002	0.515	±0.011	±0.012
12	0.500	1.000	1.500	0.034	±0.001	±0.001	0.667	0	0
13	0.430	0.950	1.380	0.032	±0.002	±0.002	0.689	±0.005	±0.006

ตารางที่ 19 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกเต่า (*Amorphophallus sp.* 2n = 26)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.050-1.715 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.715-1.025 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.025 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 submetacentric คู่ที่ 3 submetacentric	คู่ที่ 4 submetacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 submetacentric คู่ที่ 7 acrocentric คู่ที่ 8 submetacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 metacentric คู่ที่ 11 metacentric คู่ที่ 12 submetacentric คู่ที่ 13 submetacentric	-

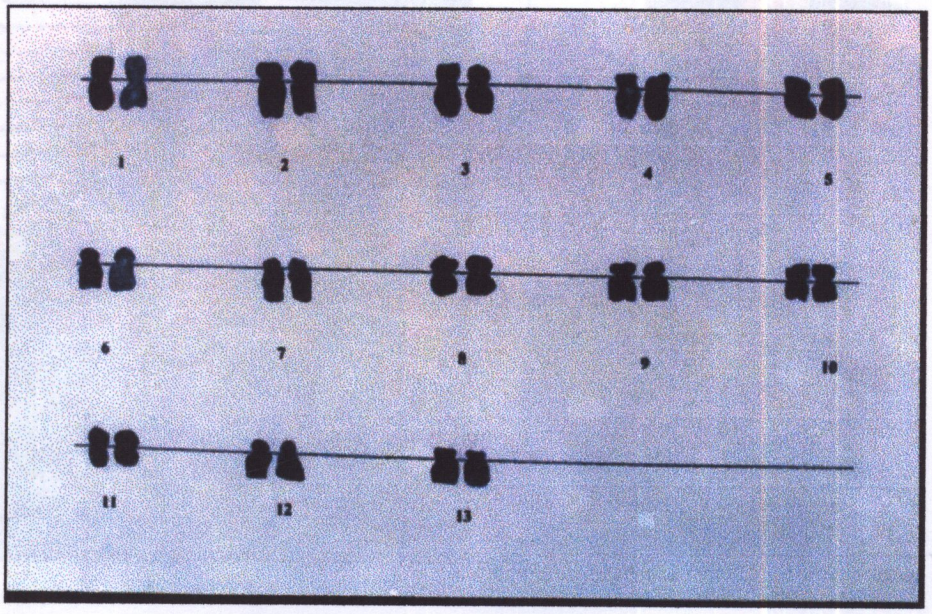
จากตารางที่ 15 บุกเต่าจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

$$\textit{Amorphophallus sp.}\ 2n = 26 = L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{12} + M^{a}_{2}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่าบุกเต่า (*Amorphophallus sp.*) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 0.670 เซนติเมตร (2.050-1.380)

สำหรับโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ปลายราก และคาริโอแกรมของบุกเต่าแสดงไว้ในรูปที่ 19

ก



ข

รูปที่ 19 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกเต่า (*Amorphophallus sp.* 2n = 26) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกเต่า

9. บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 20

ก

ข

รูปที่ 20 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกคางคกเขียวม่วง
ข. แสดงลักษณะหัวและดอกของบุกคางคกเขียวม่วง
(*Amorphophallus sp.*)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 21

ตารางที่ 20 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.)* 2n = 28) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.605	0.720	1.325	0.050	±0.002	±0.002	0.543	±0.015	±0.015
2	0.520	0.600	1.120	0.041	±0.001	±0.001	0.536	±0.012	±0.013
3	0.520	0.550	1.070	0.040	±0.001	±0.001	0.518	±0.009	±0.010
4	0.460	0.605	1.065	0.040	±0.001	±0.001	0.568	±0.007	±0.007
5	0.510	0.535	1.045	0.038	±0.001	±0.001	0.512	±0.020	±0.021
6	0.505	0.525	1.030	0.038	±0.001	±0.001	0.510	±0.020	±0.021
7	0.295	0.705	1.000	0.036	±0.001	±0.001	0.715	±0.023	±0.024
8	0.460	0.490	0.950	0.036	0	0	0.515	±0.012	±0.013
9	0.445	0.490	0.935	0.035	±0.001	±0.001	0.521	±0.019	±0.020
10	0.340	0.510	0.850	0.032	±0.001	±0.001	0.612	±0.016	±0.017
11	0.285	0.555	0.840	0.031	0	0	0.667	±0.013	±0.014
12	0.290	0.500	0.790	0.029	0	0	0.632	±0.018	±0.019
13	0.360	0.380	0.740	0.028	±0.001	±0.001	0.514	±0.017	±0.018
14	0.260	0.260	0.730	0.027	±0.002	±0.003	0.643	±0.021	±0.022

ตารางที่ 21 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.* 2n = 28)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.325-1.028 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.027-0.663 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 0.663 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric	คู่ที่ 7 acrocentric คู่ที่ 8 metacentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 submetacentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 submetacentric คู่ที่ 13 metacentric คู่ที่ 14 submetacentric	-

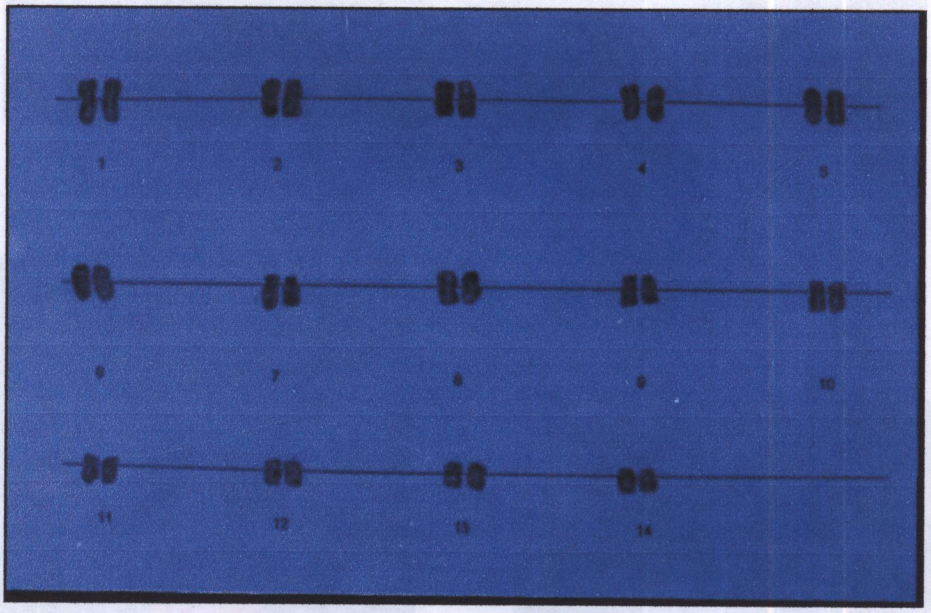
จากตารางที่ 21 บุกคางคกเขียวม่วงจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

$$\textit{Amorphophallus sp.}\ 2n = 28 = L^{m}_{12} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{2}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.* 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 0.595 เซนติเมตร (1.325-0.730)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวม่วง แสดงไว้ในรูปที่ 21

ก



ข

รูปที่ 21 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.* 2n = 28) กำลังขยาย 2,310 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวม่วง

10. บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 22

ก

ข

ค

รูปที่ 22 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกคางคกเขียวขาว

ข. แสดงลักษณะดอกของบุกคางคกเขียวขาว

ค. แสดงลักษณะหัวบุกคางคกเขียวขาว

(Amorphophallus campanulatus Bl. ex Decne.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 22 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 23

ตารางที่ 22 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. 2n = 28) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.950	1.525	2.475	0.053	±0.002	±0.002	0.614	±0.006	±0.006
2	0.863	1.313	2.176	0.046	±0.001	±0.001	0.611	±0.002	±0.003
3	1.000	1.050	2.050	0.044	±0.001	±0.001	0.512	±0.012	±0.013
4	0.725	1.163	1.888	0.041	±0.001	±0.001	0.615	±0.010	±0.012
5	0.825	0.888	1.713	0.037	0	±0.001	0.518	±0.012	±0.013
6	0.825	0.875	1.700	0.037	±0.001	±0.001	0.515	±0.001	±0.001
7	0.675	0.950	1.625	0.035	±0.001	±0.001	0.548	±0.010	±0.012
8	0.525	1.075	1.600	0.035	±0.001	±0.001	0.672	±0.009	±0.011
9	0.688	0.838	1.526	0.033	±0.001	±0.002	0.542	±0.012	±0.014
10	0.475	0.925	1.400	0.030	±0.001	±0.001	0.661	±0.007	±0.008
11	0.450	0.900	1.350	0.029	0	0	0.668	±0.025	±0.028
12	0.325	1.013	1.338	0.029	±0.001	±0.001	0.757	±0.016	±0.019
13	0.438	0.838	1.276	0.028	0	±0.001	0.657	±0.014	±0.017
14	0.400	0.825	1.225	0.027	±0.001	±0.001	0.673	±0.007	±0.008

ตารางที่ 23 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. 2n = 28)

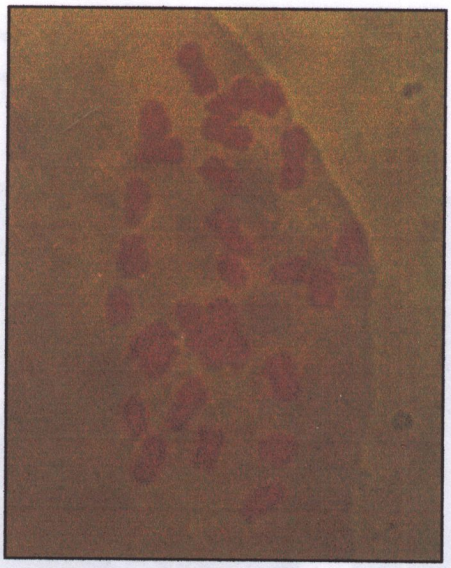
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.475-1.850 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.849-1.238 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.238 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 submetacentric คู่ที่ 2 submetacentric คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 4 submetacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 submetacentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 submetacentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 submetacentric คู่ที่ 13 acrocentric	คู่ที่ 14 submetacentric

จากตารางที่ 23 บุกคางคกเขียวขาวจึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

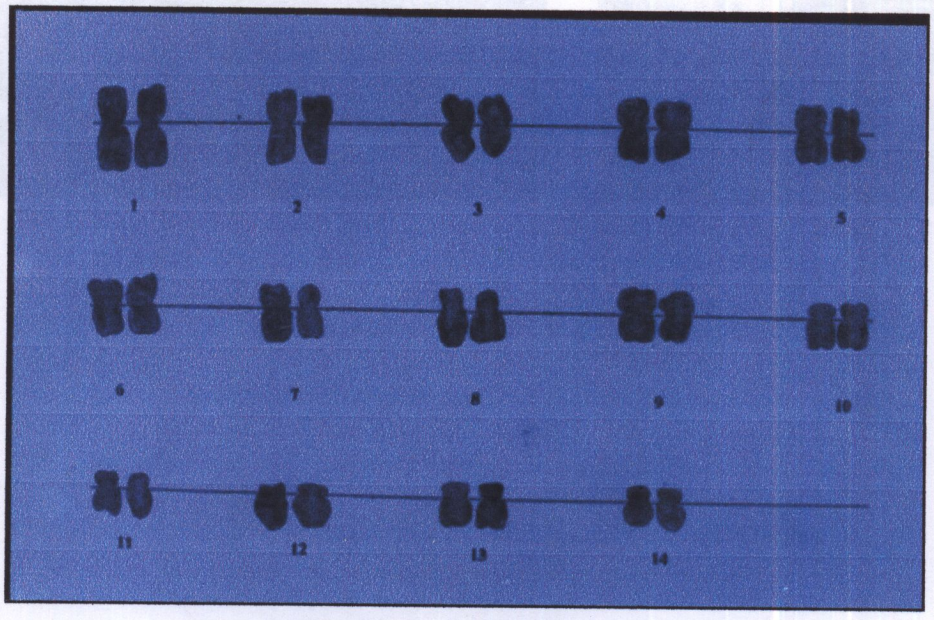
***Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. 2n = 28 =** $L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{8} + M^{sm}_{10} + M^{a}_{2} + S^{sm}_{2}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.250 เซนติเมตร (2.475-1.250)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวขาว แสดงไว้ในรูปที่ 23



ก



ข

รูปที่ 23 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne. 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกคางคกเขียวขาว

11. บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 24

ก

ข

รูปที่ 24 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกด่าง
ข. แสดงลักษณะลายก้านใบของบุกด่าง
(*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 24 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 25

ตารางที่ 24 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br. 2n = 28) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.200	1.350	2.550	0.046	±0.001	±0.001	0.529	±0.007	±0.008
2	0.458	2.042	2.450	0.045	±0.001	±0.001	0.817	±0.008	±0.009
3	1.025	1.175	2.200	0.040	±0.001	±0.001	0.534	±0.014	±0.015
4	0.983	1.142	2.125	0.039	±0.001	±0.001	0.536	±0.014	±0.016
5	0.500	1.608	2.108	0.039	0	±0.001	0.767	±0.011	±0.012
6	0.933	1.133	2.066	0.037	0	±0.001	0.548	±0.009	±0.009
7	0.908	1.100	2.008	0.036	±0.001	±0.001	0.548	±0.009	±0.010
8	0.467	1.450	1.917	0.035	±0.001	±0.001	0.757	±0.005	±0.006
9	0.858	1.050	1.908	0.035	±0.001	±0.001	0.551	±0.009	±0.010
10	0.817	1.025	1.842	0.034	±0.001	±0.001	0.560	±0.013	±0.014
11	0.675	1.125	1.800	0.033	±0.001	±0.001	0.633	±0.019	±0.020
12	0.738	0.933	1.716	0.031	±0.001	±0.001	0.543	±0.011	±0.012
13	0.442	1.242	1.684	0.030	±0.001	±0.001	0.738	±0.019	±0.020
14	0.376	0.950	1.317	0.024	0	±0.001	0.722	±0.007	±0.008

ตารางที่ 25 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกค่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br. 2n = 28)

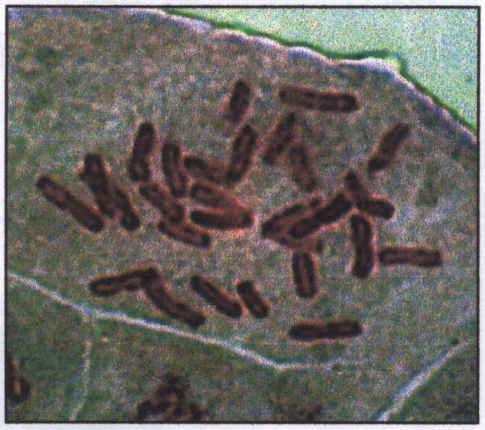
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.550-1.933 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.933-1.275 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.275 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 acrocentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 acrocentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 8 acrocentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 metacentric คู่ที่ 11 submetacentric คู่ที่ 12 metacentric คู่ที่ 13 acrocentric คู่ที่ 14 acrocentric	-

จากตารางที่ 25 บุกค่าง จึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

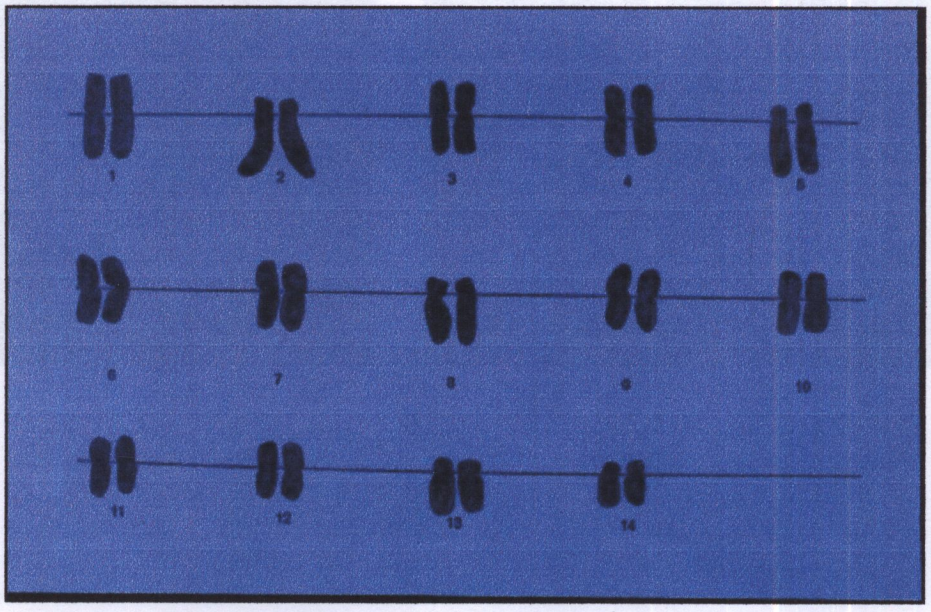
***Amorphophallus kerrii* N.E.Br. 2n = 28** $= L^{m}_{10} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{2} + M^{sm}_{6}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกค่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br. 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.233 เซนติเมตร (2.550-1.317)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกค่างแสดงไว้ในรูปที่ 25



ก



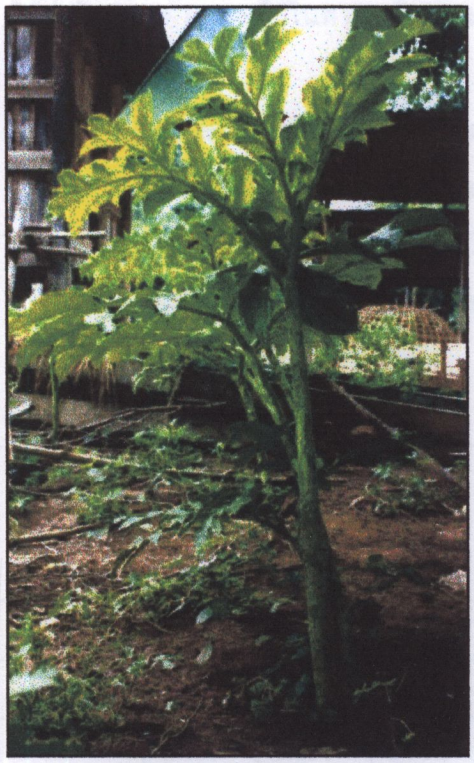
ข

รูปที่ 25 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br. 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกด่าง

12. บุกโคราช หรือบุกหูช้าง (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 26



ก

ข

รูปที่ 26 ก. แสดงลักษณะก้านใบของบุกโคราช
ข. แสดงลักษณะใบของบุกโคราช
(*Amorphophallus koratensis* Gagnep.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 26 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 27

ตารางที่ 26 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกโคราช หรือบุกหูช้าง (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.875	0.975	1.850	0.052	±0.003	±0.003	0.527	±0.001	±0.001
2	0.625	0.925	1.550	0.046	±0.002	±0.002	0.597	±0.002	±0.002
3	0.700	0.850	1.550	0.044	±0.001	±0.001	0.548	±0.004	±0.004
4	0.650	0.850	1.500	0.042	0	0	0.567	±0.037	±0.043
5	0.550	0.900	1.450	0.041	±0.001	±0.001	0.621	±0.008	±0.009
6	0.550	0.750	1.300	0.036	0	0	0.577	±0.006	±0.007
7	0.600	0.650	1.250	0.035	0	0	0.520	±0.002	±0.002
8	0.450	0.750	1.200	0.034	±0.001	±0.001	0.625	±0.011	±0.012
9	0.425	0.775	1.200	0.034	±0.001	±0.001	0.646	±0.034	±0.039
10	0.550	0.600	1.150	0.032	0	0	0.523	±0.003	±0.003
11	0.200	0.850	1.050	0.030	±0.001	±0.001	0.809	±0.018	±0.021
12	0.175	0.775	0.950	0.028	±0.001	±0.001	0.816	±0.002	±0.002
13	0.275	0.655	0.950	0.028	±0.001	±0.001	0.689	±0.008	±0.009
14	0.250	0.550	0.800	0.022	±0.001	±0.001	0.688	±0.024	±0.028

ตารางที่ 27 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกโคราชหรือบุกหูช้าง (*Amorphophallus koratensis* Gagnep. 2n = 28)

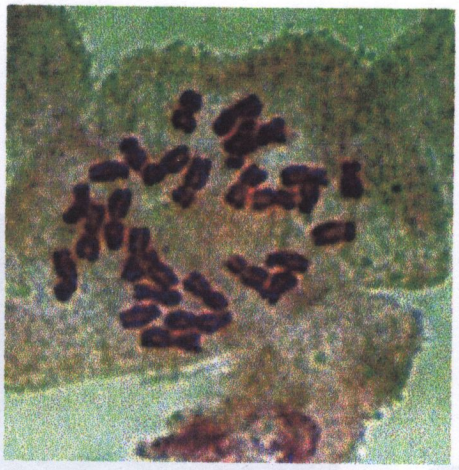
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.850-1.327 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.326-0.925 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 0.925 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 submetacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 submetacentric คู่ที่ 6 metacentric	คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 submetacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 metacentric คู่ที่ 11 acrocentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 submetacentric	คู่ที่ 14 submetacentric

จากตารางที่ 27 บุกโคราช จึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

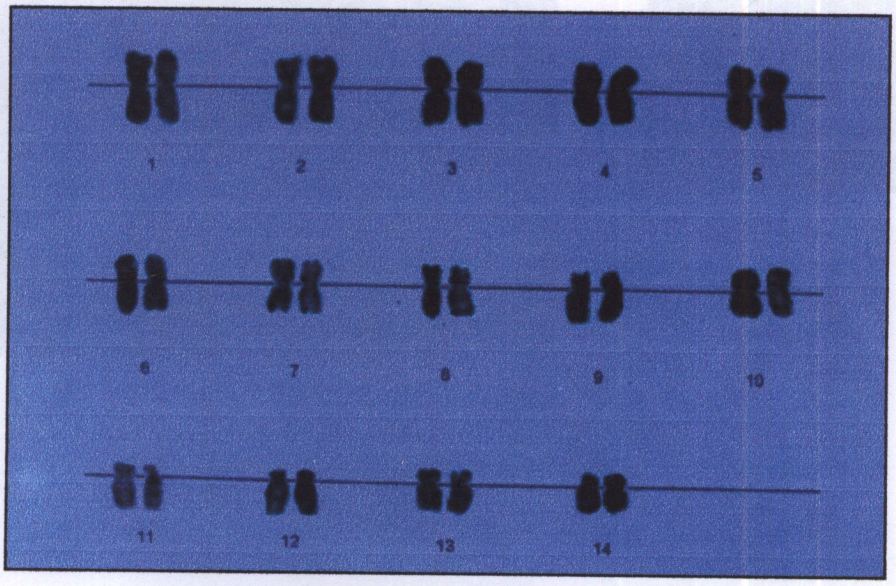
***Amorphophallus koratensis* Gagnep. (2n = 28)** $= L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{4} + S^{sm}_{2}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep. 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.050 เซนติเมตร (1.850-0.800)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกโคราชแสดงไว้ในรูปที่ 27



ก



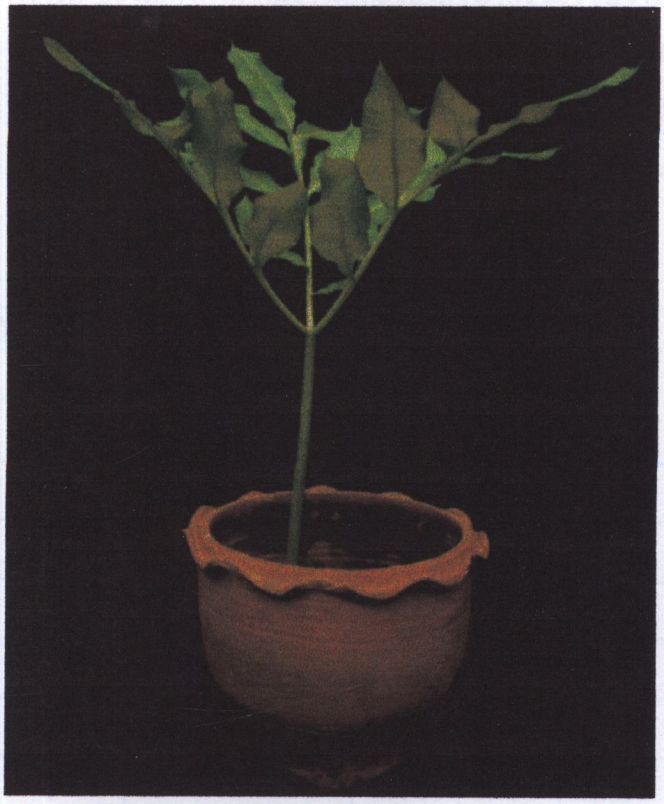
ข

รูปที่ 27 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep. 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกโคราช

13. บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous)*

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 28



ก

ข

รูปที่ 28 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกแสมสาร
ข. แสดงลักษณะดอกของบุกแสมสาร
(*Amorphophallus longituberous*)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 29

ตารางที่ 28 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous* 2n = 28) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	1.400	1.425	2.825	0.047	±0.001	±0.001	0.505	±0.005	±0.005
2	1.350	1.425	2.775	0.046	±0.001	±0.001	0.514	±0.008	±0.009
3	1.225	1.325	2.550	0.043	±0.001	±0.001	0.519	±0.011	±0.013
4	1.125	1.250	2.375	0.039	0	0	0.527	±0.005	±0.005
5	1.125	1.150	2.275	0.038	0	0	0.506	±0.006	±0.006
6	1.000	1.250	2.250	0.038	±0.001	±0.001	0.555	±0.010	±0.012
7	1.013	1.213	2.226	0.037	±0.001	±0.001	0.539	±0.010	±0.011
8	0.600	1.538	2.138	0.035	±0.001	±0.001	0.719	±0.009	±0.010
9	0.738	1.313	2.051	0.033	0	0	0.627	±0.013	±0.015
10	0.888	1.063	1.951	0.033	±0.001	±0.001	0.545	±0.011	±0.013
11	0.400	1.400	1.800	0.030	±0.001	±0.001	0.777	±0.012	±0.014
12	0.325	1.450	1.775	0.030	±0.001	±0.001	0.818	±0.007	±0.008
13	0.400	1.375	1.775	0.029	0	0	0.790	±0.006	±0.008
14	0.400	1.100	1.500	0.025	±0.001	±0.001	0.732	±0.018	±0.021

ตารางที่ 29 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกแสมสาร(*Amorphophallus longituberous* 2n = 28)

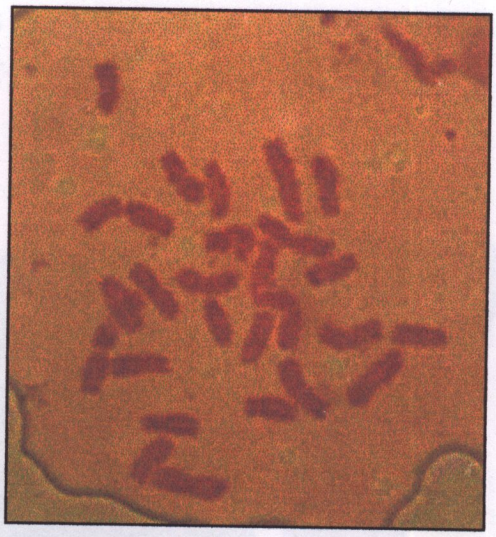
โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.825-2.163 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.162-1.413 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 1.413 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 8 acrocentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 metacentric คู่ที่ 11 acrocentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric คู่ที่ 14 acrocentric	-

จากตารางที่ 29 บุกแสมสาร จึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

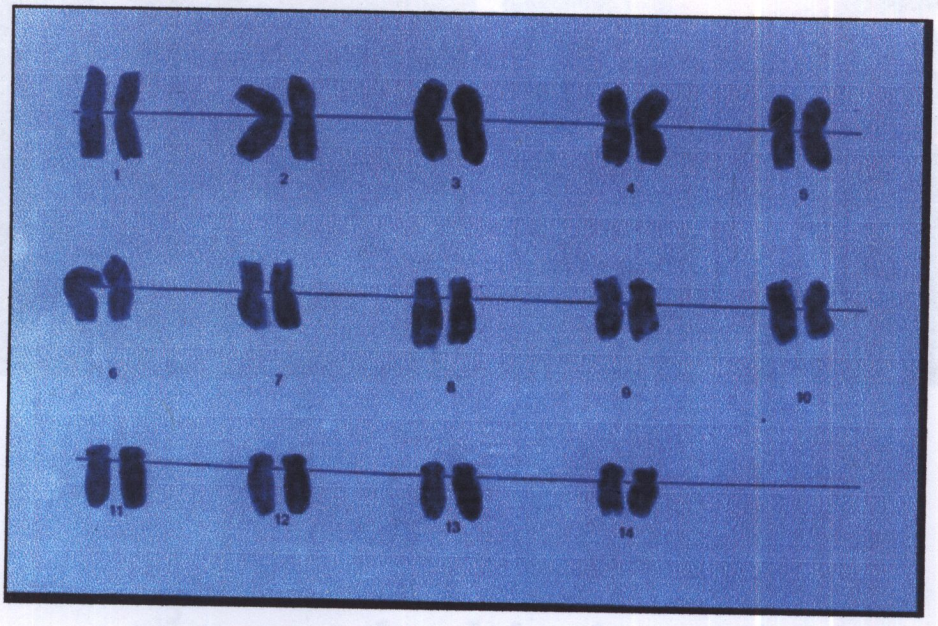
$$\textit{Amorphophallus longituberous}\ \mathbf{2n = 28} = L^{m}_{14} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{10}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous* 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.325 เซนติเมตร (2.825-1.500)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกแสมสารแสดงไว้ในรูปที่ 29



ก



ข

รูปที่ 29 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous* 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมและคาริโอแกรม

14. บุกงูเหลือม *(Amorphophallus sp.)*

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 30

ก

ข

รูปที่ 30 ก. แสดงลักษณะก้านใบและใบของบุกงูเหลือม
ข. แสดงลักษณะดอกบุกงูเหลือม
(Amorphophallus sp.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 30 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 31

ตารางที่ 30 แสดงค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของบุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.* 2n = 28)จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.845	1.125	1.970	0.045	±0.001	±0.001	0.571	±0.013	±0.014
2	.900	1.000	1.900	0.043	0	±0.001	0.527	±0.009	±0.009
3	0.835	0.925	1.760	0.041	±0.001	±0.001	0.524	±0.015	±0.015
4	0.850	0.905	1.775	0.040	±0.001	±0.001	0.513	±0.008	±0.008
5	0.720	0.980	1.700	0.039	0	0	0.576	±0.009	±0.009
6	0.680	0.935	1.615	0.037	±0.001	±0.001	0.581	±0.007	±0.007
7	0.550	1.000	1.550	0.036	0	±0.001	0.645	±0.019	±0.020
8	0.490	0.995	1.485	0.034	±0.001	±0.001	0.670	±0.014	±0.015
9	0.700	0.770	1.470	0.034	0	±0.001	0.524	±0.009	±0.009
10	0.700	0.750	1.450	0.033	±0.001	±0.001	0.517	±0.010	±0.011
11	0.240	1.160	1.400	0.032	0	0	0.829	±0.011	±0.011
12	0.340	1.060	1.400	0.032	0	0	0.753	±0.023	±0.025
13	0.325	0.995	1.320	0.030	±0.001	±0.001	0.754	±0.016	±0.017
14	0.290	0.835	1.125	0.026	±0.001	±0.002	0.739	±0.018	±0.018

ตารางที่ 31 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในบุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.* 2n = 28)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.970-1.548 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.547-0.980 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 0.980 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 metacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 metacentric คู่ที่ 7 submetacentric	คู่ที่ 8 submetacentric คู่ที่ 9 metacentric คู่ที่ 10 metacentric คู่ที่11 acrocentric คู่ที่ 12 acrocentric คู่ที่ 13 acrocentric คู่ที่ 14 acrocentric	-

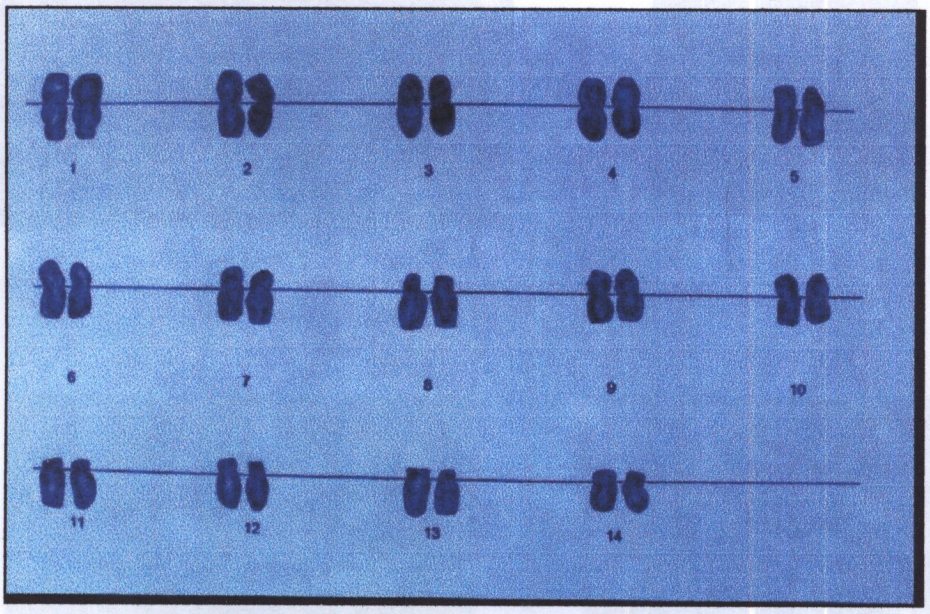
จากตารางที่ 31 บุกงูเหลือม จึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

$$\textit{Amorphophallus sp.}\ 2n = 28 = L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{8}$$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.* 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 0.845 เซนติเมตร (1.970-1.125)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของบุกงูเหลือม แสดงไว้ในรูปที่ 31

ก



ข

รูปที่ 31 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของบุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.* 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

ข. แสดงคาริโอแกรมของบุกงูเหลือม

15. เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.)

มีลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 32

ก

ข

ค

ง

รูปที่ 32 ก. และ ข. แสดงลักษณะก้านใบของเท้ายายม่อม
ค. แสดงลักษณะใบของเท้ายายม่อม
ง. แสดงลักษณะดอกของเท้ายายม่อม
(*Tacca leontopelaloides* Ktze.)

เมื่อทำการศึกษาโครโมโซมโดยนับจำนวนโครโมโซมในระยะ metaphase แล้วนำมาจัดคาริโอไทป์ โดยวัดค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI จาก 10 เซลล์ ได้ค่าดังกล่าวดังแสดงไว้ในตารางที่ 32 และสรุปขนาดและชนิดของโครโมโซมไว้ในตารางที่ 33

ตารางที่ 32 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความ ยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) Centromeric Index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) standard error ($S\bar{x}$) ของ RL และ CI ของเท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze. 2n = 28) จาก 10 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	SD ของ RL	$S\bar{x}$ ของ RL	CI	SD ของ CI	$S\bar{x}$ ของ CI
1	0.875	1.100	1.975	0.046	±0.001	±0.001	0.557	±0.006	±0.007
2	0.925	1.000	1.925	0.045	0	0	0.520	±0.007	±0.008
3	0.850	1.075	1.925	0.0.45	0	0	0.559	±0.006	±0.006
4	0.688	1.075	1.763	0.040	±0.002	±0.002	0.615	±0.015	±0.017
5	0.750	0.875	1.625	0.038	±0.001	±0.001	0.538	±0.007	±0.008
6	0.600	0.975	1.575	0.037	±0.001	±0.001	0.619	±0.007	±0.008
7	0.688	0.813	1.501	0.035	±0.001	±0.001	0.541	±0.008	±0.010
8	0.500	0.975	1.475	0.035	±0.001	±0.001	0.661	±0.006	±0.007
9	0.450	0.950	1.400	0.033	0	0	0.667	±0.012	±0.014
10	0.463	0.938	1.400	0.032	±0.001	±0.001	0.670	±0.010	±0.012
11	0.313	1.038	1.351	0.031	±0.001	±0.001	0.769	±0.011	±0.013
12	0.450	0.875	1.325	0.031	±0.001	±0.001	0.661	±0.007	±0.008
13	0.350	0.870	1.220	0.029	±0.001	±0.001	0.714	±0.006	±0.007
14	0.355	0.638	0.993	0.023	±0.001	±0.001	0.642	±0.017	±0.020

ตารางที่ 33 แสดงขนาดและชนิดของโครโมโซมในเท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze. 2n = 28)

โครโมโซมขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.975-1.450 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดกลางมีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 1.449-0.988 เซนติเมตร	โครโมโซมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยของ LT น้อยกว่า 0.988 เซนติเมตร
คู่ที่ 1 metacentric คู่ที่ 2 metacentric คู่ที่ 3 metacentric คู่ที่ 4 submetacentric คู่ที่ 5 metacentric คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 7 metacentric คู่ที่ 8 submetacentric คู่ที่ 9 submetacentric คู่ที่ 10 submetacentric คู่ที่ 11 acrocentric คู่ที่ 12 submetacentric คู่ที่ 13 acrocentric คู่ที่ 14 submetacentric	-

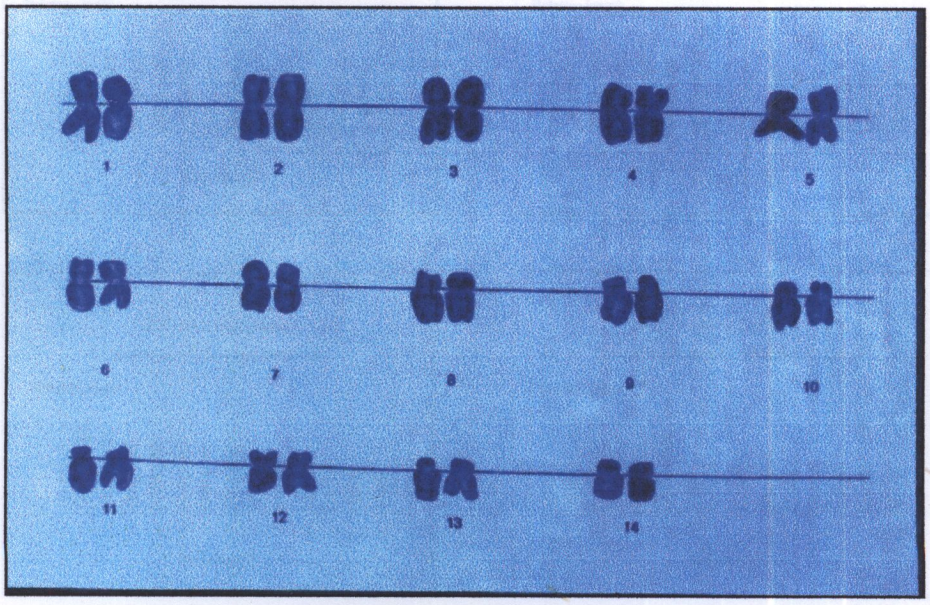
จากตารางที่ 31 เท้ายายม่อม จึงมีสูตรคาริโอไทป์เป็น

***Tacca leontopelaloides* Ktze. 2n = 28 =** $L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{10} + M^{a}_{4}$

และจากสูตรคาริโอไทป์บอกได้ว่า เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze. 2n = 28) มีสูตรคาริโอไทป์แบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมหลายชนิด และโครโมโซมคู่ใหญ่สุดกับคู่เล็กสุดมีขนาดแตกต่างกันประมาณ 1.050 เซนติเมตร (1.975-0.925)

สำหรับโครโมโซมในระยะ metaphase จากเซลล์ปลายรากและคาริโอแกรมของเท้ายายม่อม แสดงไว้ในรูปที่ 33

ก

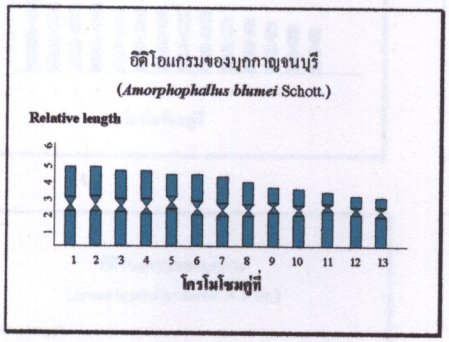


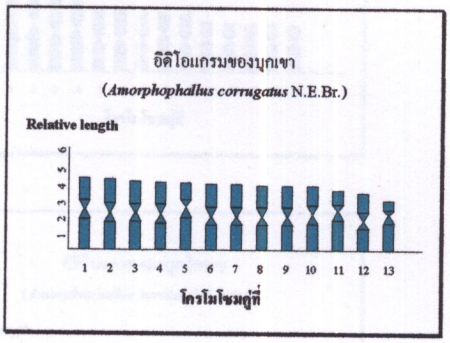
ข

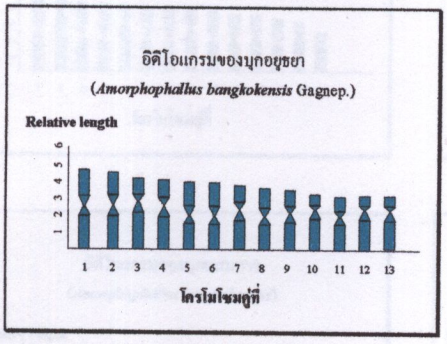
รูปที่ 33 ก. แสดง mitotic metaphase จากเซลล์ปลายรากของเท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze. 2n = 28) กำลังขยาย 3,500 เท่า

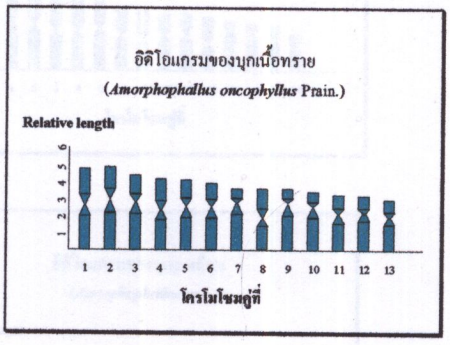
ข. แสดงคาริโอแกรมของเท้ายายม่อม

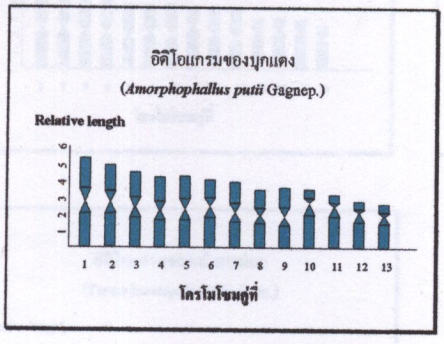
จากค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) จาก 10 เซลล์ของบุกทั้ง 15 ชนิด สามารถนำมาเขียนเป็นอิดิโอแกรมเพื่อเปรียบเทียบคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 34

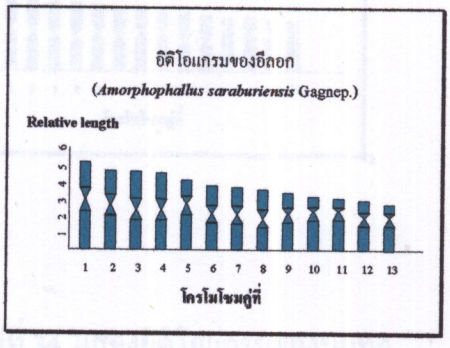


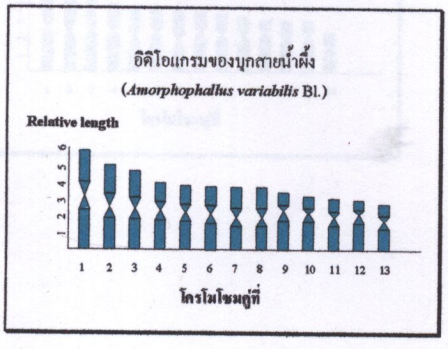


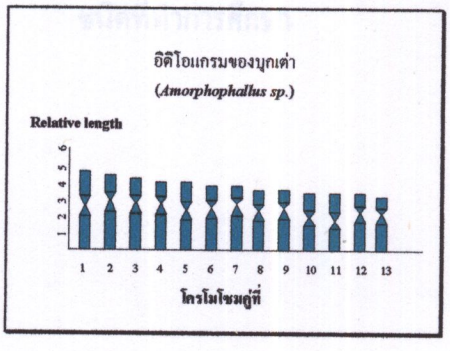


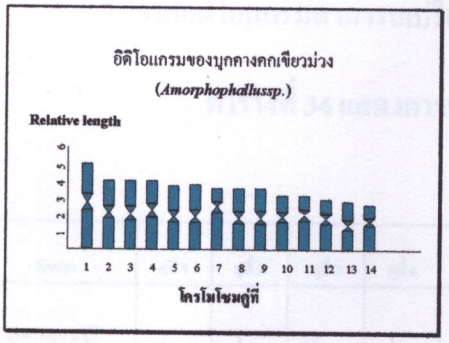


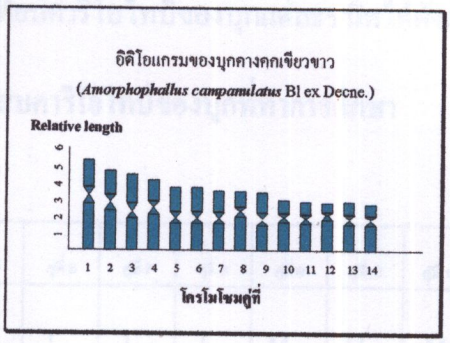


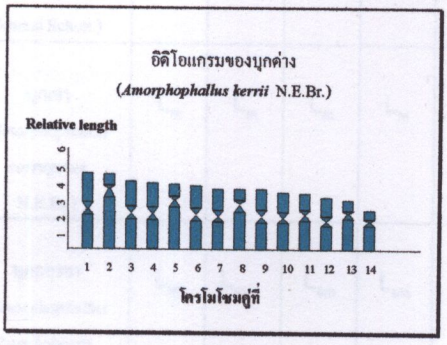


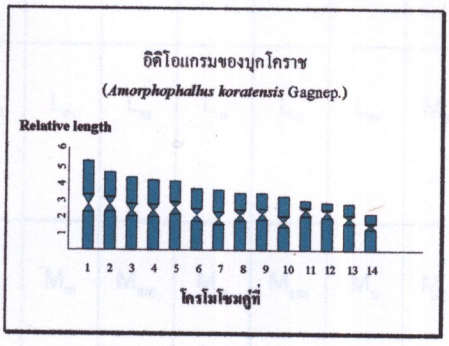


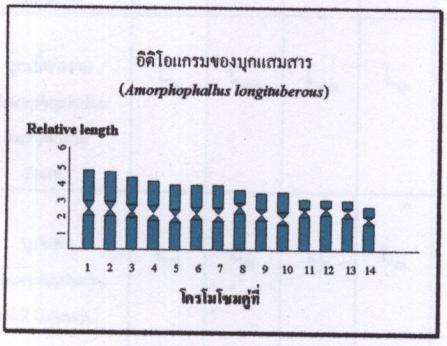


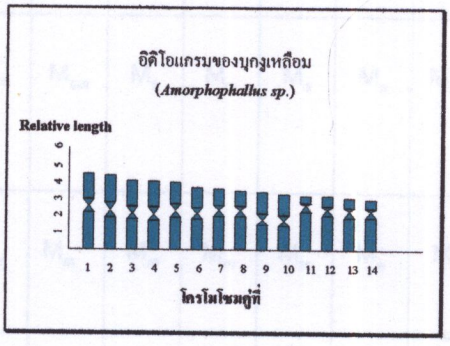


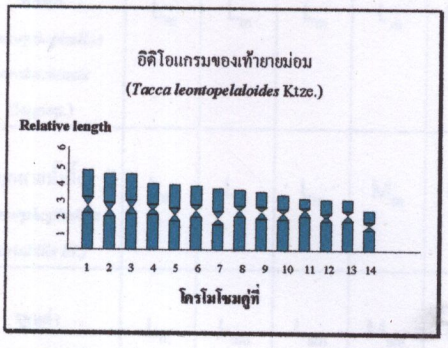












รูปที่ 34 แสดงอิดิโอแกรมของบุกทุกชนิดที่ทำการศึกษา

จากอิดิโอแกรมสามารถเปรียบเทียบคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 34 แสดงการเปรียบคาริโอไทป์ของบุกที่ทำการศึกษา

ชนิดบุก	คู่ที่ 1	คู่ที่ 2	คู่ที่ 3	คู่ที่ 4	คู่ที่ 5	คู่ที่ 6	คู่ที่ 7	คู่ที่ 8	คู่ที่ 9	คู่ที่10	คู่ที่ 11	คู่ที่ 12	คู่ที่ 13	คู่ที่ 14
บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)	L_m	L_m	L_m	L_m	L_{sm}	L_m	L_m	L_m	M_{sm}	M_{sm}	M_a	M_a	M_a	-
บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.)	L_m	L_m	L_m	L_m	L_{sm}	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	M_{sm}	M_m	M_a	-
บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)	L_m	L_m	L_{sm}	L_{sm}	M_m	M_m	M_{sm}	M_m	M_{sm}	M_a	M_{sm}	M_a	M_a	-
บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)	L_m	L_{sm}	L_{sm}	L_m	L_{sm}	M_{sm}	M_a	M_m	M_a	M_a	M_{sm}	M_a	M_a	-
บุกแดง (*Amorphophallus puttii* Gagnep.)	L_m	L_m	L_m	L_m	M_m	M_m	M_m	M_m	M_m	M_a	M_a	M_a	M_a	-
อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)	L_m	L_m	L_m	L_m	M_{sm}	M_m	M_m	M_m	M_{sm}	M_a	M_{sm}	M_{sm}	M_a	-
บุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis Bl.*)	L_m	L_m	L_m	M_m	M_m	M_m	M_m	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	S_a	S_{sm}	-
บุกเต่า (*Amorphophallus sp.*)	L_m	L_{sm}	L_{sm}	M_{sm}	M_m	M_{sm}	M_a	M_{sm}	M_{sm}	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	-
บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*)	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	M_a	M_m	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	M_m	M_{sm}

ตารางที่ 34 แสดงการเปรียบคาริโอไทป์ของบุกที่ทำการศึกษา (ต่อ)

ชนิดบุก	คู่ที่ 1	คู่ที่ 2	คู่ที่ 3	คู่ที่ 4	คู่ที่ 5	คู่ที่ 6	คู่ที่ 7	คู่ที่ 8	คู่ที่ 9	คู่ที่10	คู่ที่ 11	คู่ที่ 12	คู่ที่ 13	คู่ที่ 14
บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.)	L_{sm}	L_{sm}	L_m	M_{sm}	M_m	M_m	M_m	M_{sm}	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	M_a	S_{sm}
บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)	L_m	L_a	L_m	L_m	L_a	L_m	L_m	M_a	M_m	M_m	M_{sm}	M_m	M_a	M_a
บุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep..)	L_m	L_m	L_{sm}	L_m	L_{sm}	L_m	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_m	M_a	M_a	M_{sm}	S_{sm}
บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*)	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	M_a	M_{sm}	M_m	M_a	M_a	M_a	M_a
บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*)	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	L_m	L_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	M_m	M_a	M_a	M_a	M_a
เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.)	L_m	L_m	L_m	L_{sm}	L_m	L_{sm}	M_m	M_{sm}	M_{sm}	M_{sm}	M_a	M_{sm}	M_a	M_{sm}

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. จากการศึกษาคาริโอไทป์ของบุกวงศ์ Araceae สกุล *Amorphophallus spp.* จำนวน 14 ชนิด และบุกเทียมวงศ์ Taccaceae สกุล *Tacca sp.* จำนวน 1 ชนิด โดยการเตรียมเซลล์จากปลายราก ด้วยวิธี Feulgen squash เปรียบเทียบกับวิธี Hematoxylin staining พบว่า วิธีแรกเป็นเทคนิคที่เหมาะสมกว่า เพราะสามารถเห็นโครโมโซมในระยะเมทาเฟสได้ชัดเจน เหมาะต่อการนับจำนวนโครโมโซมและนำมาจัดคาริโอไทป์ รวมทั้งวิธีการก็ไม่ยุ่งยาก โดยเฉพาะสารเคมีที่ใช้สามารถเตรียมได้สะดวกและเก็บไว้ได้ง่ายกว่าวิธีหลังซึ่งต้องใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่เก็บค่อนข้างยาก มีราคาแพง และสิ้นเปลืองกว่า

2. ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างรากบุกที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่างเวลา 11.00-14.00 น. ถ้าเร็วหรือช้ากว่านี้จะทำให้ได้รากบุกที่อยู่ในระยะที่ไม่เหมาะต่อการนำมาศึกษาคาริโอไทป์คือโครโมโซมที่ได้อาจจะหดสั้นหรือยาวจนเกินไปจนทำให้ไม่เหมาะต่อการนำมาจัดคาริโอไทป์

3. รากบุกที่เหมาะสมต่อการนำมาศึกษาคาริโอไทป์ควรจะเป็นรากที่งอกออกมาจากหัว (ลำต้นใต้ดิน) ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นส่วนของรากแขนง (lateral root) จะมีลักษณะขาวอวบและมีขนาดใหญ่พอเหมาะ นอกจากนี้ขณะเก็บตัวอย่างรากควรล้างรากให้สะอาด ปราศจากดิน เพื่อจะได้เห็นโครโมโซมชัดเจนไม่มีสิ่งอื่นใดเจือปนอยู่ในสไลด์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการ pretreated รากบุกแต่ละชนิดจะใกล้เคียงกัน คืออยู่ระหว่าง 23-24 ชั่วโมง สารละลายอิ่มตัวของ alphabromonapthalene ซึ่งจะทำหน้าที่หยุดการแบ่งนิวเคลียสให้อยู่ในระยะเมทาเฟส และช่วยให้โครโมโซมหดตัวได้ดี ทำให้เห็นรอยคอดบนแท่งโครโมโซมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยลดความหนืดของไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ด้วยถ้าตัดรากยาวเกินไปจะทำให้สารละลายที่ใช้เป็น pretreatment ซึมเข้าเซลล์ได้ไม่ทั่วถึง

5. ระยะเวลาในการ fixed รากบุกแต่ละชนิดไม่ควรเกิน 30 นาที เพราะถ้าแช่รากใน acetic acid 90 % นานเกินไปจะทำให้โครโมโซมบวม

6. ก่อนนำรากมา hydrolyse ต้องล้างรากที่เก็บไว้ในเอทิลอัลกอฮอล์ 70 % ในน้ำกลั่นอย่างน้อย 2 ครั้ง หรือจนกว่าจะสะอาด ปราศจากอัลกอฮอล์ เพราะถ้ามีเอทิลแอลกอฮอล์เหลืออยู่จะทำให้โครโมโซมไม่ติดสี

7. ระยะเวลาในการ hydrolysed รากบุกแต่ละชนิดก็จะใกล้เคียงกัน คืออยู่ระหว่าง 6-8 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของรากเป็นสำคัญ คือถ้ารากมีขนาดใหญ่เวลาในการ hydrolysed จะนานกว่ารากที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้อุณหภูมิในการ hydrolysed จะต้องคงที่ตลอดคือ 60 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้การย้อมสีติดอย่างสม่ำเสมอ กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล จะช่วยละลายผนัง

เซลล์ชั้น middle lamella ช่วยให้เซลล์กระจายได้ดี และทำให้เบสพิวรีน (purine) แยกจาก deoxyribose glucosidic bond ของดีเอ็นเอ ได้หมู่อัลดีไฮด์ (aldehyde) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสี basic fuchsin ให้สีม่วงแดง ส่วนของโครโมโซมจะติดสีม่วงแดงเห็นได้ชัดเจน ส่วนของไซโทพลาสซึมจะใส ถ้าใช้เวลาในการ hydrolyse น้อยเกินไป หมู่อัลดีไฮด์ เกิดขึ้นน้อย จะทำให้โครโมโซมติดสีไม่ดีพอ แต่ถ้านานเกินไป เบสไพริมิดีน (pyrimidine) จะถูกแยกออกจากดีเอ็นเอ ทำให้โครโมโซมไม่ติดสีย้อม ในการศึกษาตัวอย่างบุกแต่ละชนิด จะต้องทดลองหาเวลาที่เหมาะสม โดยดัดแปลงเวลา hydrolyse เป็น 6, 7, 8, 9 และ 10 นาที แล้วสังเกตเวลาที่โครโมโซมติดสีดีที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการ hydrolyse ครั้งต่อไป

8. ระยะเวลาในการติดสีของโครโมโซมของบุกแต่ละชนิดจะใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในเซลล์ ส่วนมากรากที่ดีจะมีสีแดงภายในเวลา 10-15 นาที

9. สารเคมีที่ใช้ทุกชนิดควรเตรียมใหม่ ๆ โดยเฉพาะสารละลายอิ่มตัวของ alphabromonapthalene ถ้าเตรียมไว้นานเกิน 1 สัปดาห์ควรเตรียมใหม่ สีย้อม Schiff's reagent ควรเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อการย้อมที่ดีทำให้รากติดสีในเวลาอันสั้น คือประมาณ 15 นาที

10. สไลด์ที่ใช้สำหรับเตรียมเซลล์ต้องสะอาด ไม่มีสารใด ๆ ตกค้าง ทั้งนี้เพื่อความชัดเจนในการตรวจหาโครโมโซม

11.ในส่วนของการนับจำนวนโครโมโซมบุกที่ทำการศึกษาพบว่าจำนวนโครโมโซมบุกแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

11.1 กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 ได้แก่

บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.) บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.) บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.) บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) บุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep.) อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.) บุกสายน้ำผึ้ง *(Amorphophallus variabilis Bl.)* และบุกเต่า (*Amorphophallus sp.*) โดยบุกกลุ่มนี้มีจำนวนโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ (diploid) และมีเบสิคนัมเบอร์ เท่ากับ 13

11.2 กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 28 ได้แก่

บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*) บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.) บุกโคราชหรือมันกะบุก (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.) บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*) บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*) และเท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.) โดยมีจำนวนโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ และมีเบสิคนัมเบอร์ เท่ากับ 14

12. จำนวนโครโมโซมของบุกที่ทำการศึกษาเป็นรายงานครั้งแรก 13 ชนิด คือบุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.) บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.) บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.) บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) บุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep.) อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.) บุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis Bl.*) บุกเต่า (*Amorphophallus sp.*) บุกดางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*) บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.) บุกโคราชหรือมันกะบุก (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.) บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*) และบุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*)

13. จำนวนโครโมโซมบุกที่มีรายงานมาก่อนได้แก่

13.1 บุกดางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ที่รายงานไว้โดย Patel and Narayama (1937), Ramachandran K. (1976), Subramanian D. and M. Munian (1986) และดวงพร เจียมอมรัตน์ (2534) ซึ่งตรงกับผลการศึกษาครั้งนี้ แต่ต่างจากรายงานของ Asana and Sutaria (1939) ที่พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของบุกที่ทำโดย Asana and Sutaria (1939) อาจจะเป็นบุกต่างชนิดกับบุกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เพราะลักษณะภายนอกของบุกบางชนิดคล้ายคลึงกันมาก จนอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการจัดจำแนกก็ได้ หรืออีกกรณีหนึ่งที่อาจเป็นไปได้คือ บุกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อาจจะมีวิวัฒนาการต่ำกว่าบุกของ Asana and Sutaria (1939) เพราะจำนวนโครโมโซมและเบสิคนัมเบอร์มีมากกว่า การเปลี่ยนแปลงจำนวนเบสิคนัมเบอร์เกิดได้ทั้งลดจำนวนและเพิ่มจำนวนโครโมโซม สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่เกิดจากการแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซมไม่เท่ากันที่เรียกว่า unequal reciprocal translocation ถ้าเกิด unequal reciprocal translocation หนึ่งแห่ง ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงหนึ่งแห่ง แต่ถ้าเกิด translocation สองครั้งจะเป็นการเพิ่มจำนวนโครโมโซมหนึ่งแห่ง ในธรรมชาติจะพบวิวัฒนาการแบบลดเบสิคนัมเบอร์ มากกว่าเพิ่มเบสิคนัมเบอร์ เช่น พืชสกุล *Crepis* ถ้าเป็น *Crepis* ชนิดโบราณมีเบสิคนัมเบอร์ เท่ากับ 6 ได้แก่ *Crepis kashmirica* และ *Crepis mungieri* และเมื่อมีวิวัฒนาการไปเป็น *Crepis sibirica* และ *Crepis leontodontoides* พบว่าเบสิคนัมเบอร์ เหลือเพียง 5 ส่วน *Crepis* ชนิดที่มีวิวัฒนาการไปมากและเป็นชนิดใหม่ จะมีเบสิคนัมเบอร์ เหลือเพียง 4 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ความแปรผันภายในสกุล *Crepis* ยังพบว่ามี asymmetrical karyotype เพิ่มขึ้นพร้อมกับลดจำนวนโครโมโซม (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) นอกจากนี้ Ramachandran K. (1976) ยังได้รายงานการศึกษาคาริโอไทป์บุกดางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) ว่ามีโครโมโซมชนิด metacentric 16 แท่ง submetacentric 10 แท่ง และ subtelocentric 2 แท่ง ซึ่งตรงกับผลการศึกษาครั้งนี้

13.2 เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.) ตามรายงานของ Purseglove, J.W. and Longman , U.K. (1972) รายงานว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 30 และมีเบสิคนัมเบอร์เท่ากับ 15 แต่จากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 28 และมีเบสิคนัมเบอร์เท่ากับ 14จากเหตุผลในข้อ 13.1 ถ้านำมาอธิบายกรณีของเท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.) ที่พบว่ามีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน อธิบายได้ว่าเท้ายายม่อมที่ทำการศึกษาครั้งนี้น่าจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าเท้ายายม่อมที่มีรายงานมาก่อน เนื่องจากมีการลดทั้งจำนวนโครโมโซมและเบสิคนัมเบอร์ หรืออาจจะไม่ใช่เท้ายายม่อมชนิดเดียวกันก็ได้

14. Stebbins (1950) เรียกคาริโอไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดของโครโมโซมใกล้เคียงกันและมีโครโมโซมชนิด metacentric กับ submetacentric chromosome เท่านั้นว่า symmetrical karyotype แต่ถ้าเป็น asymmetrical karyotype จะประกอบด้วยโครโมโซมแตกต่างกันมากคือมีทั้งโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric acrocentric และ telocentric chromosome ดังนั้นบุกทุกชนิดที่ทำการศึกษาถึงแม้จะมีคาริโอไทป์แตกต่างกัน แต่ก็มีสิ่งที่คล้ายกันคือมีคาริโอไทป์เป็นแบบ asymmetrical karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric และ acrocentric chromosome เหมือนกัน ซึ่ง Levitzky (อ้างโดยกันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) มีความเห็นเกี่ยวกับ symmetrical karyotype และ asymmetrical karyotype ว่าการเพิ่ม asymmetrical karyotype เกิดจากการเลื่อนตำแหน่งของเซนโทรเมียร์จาก median ไปเป็น subterminal หรือ terminal หรือมีการสะสมโครโมโซมที่มีขนาดแตกต่างกันมากขึ้น จึงทำให้มีคาริโอไทป์เป็น heterogeneous มากขึ้น การเปลี่ยนตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ และความแตกต่างกันของขนาดโครโมโซมทั้งสองข้อนี้ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่อาจพบว่ามีความสัมพันธ์กันได้ในสิ่งมีชีวิตบางชนิด ถ้าใช้ขนาดและชนิดของโครโมโซมจัดคาริโอไทป์ประกอบกับวิวัฒนาการพบว่า species ดั้งเดิมมีคาริโอไทป์แบบ homogeneous karyotype คือใน chromosome complement ประกอบด้วยโครโมโซมขนาดเท่า ๆ กัน ส่วน species ที่มีโครโมโซมขนาดแตกต่างกันมากคือมีทั้งขนาดใหญ่และเล็ก จะมีคาริโอไทป์แบบ heterogeneous karyotype ดังนั้นบุกที่ทำการศึกษาในกลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 จึงพบว่าบุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl.) น่าจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าบุกชนิดอื่น เนื่องจากมีโครโมโซมทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กรวมทั้ง มีชนิดของโครโมโซมเป็น metacentric submetacentric และ acrocentric chromosome นอกจากนี้ลักษณะภายนอกของบุกสายน้ำผึ้งก็ค่อนข้างจะคงที่ เพราะไม่ว่าจะปลูกในสภาพแวดล้อมอย่างไร ลักษณะก็ยังคงเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง จึงน่าจะเป็นบุกที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าบุกชนิดอื่น ๆ และบุกส่วนใหญ่จะมีคาริโอไทป์แบบ heterogeneous karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric และ acrocentric chromosome ส่วนบุกในกลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 28 พบว่าบุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.) และบุกดางดกขาวเขียว

(*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.) น่าจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าชนิดอื่น ๆ เนื่องจากมีโครโมโซมทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก รวมทั้ง มีชนิดของโครโมโซมเป็น metacentric submetacentric และ acrocentric chromosome และบุกส่วนใหญ่จะมีคาริโอไทป์แบบ heterogeneous karyotype เพราะประกอบด้วยโครโมโซมชนิด metacentric submetacentric และ acrocentric chromosome

15. จากการเปรียบเทียบคาริโอไทป์ (ตารางที่ 34) สรุปได้ว่าบุกแต่ละชนิดมีชนิดและจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันดังนี้

15.1 โครโมโซมขนาดใหญ่ พบว่าบุกเขา มีโครโมโซมขนาดใหญ่มากที่สุดถึง 10 คู่ และบุกเต่ากับบุกสายน้ำผึ้ง มีน้อยที่สุดคือ มี 3 คู่

15.2 โครโมโซมขนาดกลาง พบว่า บุกเต่ามีโครโมโซมขนาดกลางมากที่สุดถึง 10 คู่ และบุกเขามีน้อยที่สุดคือ 3 คู่

15.3 โครโมโซมขนาดเล็ก พบว่าบุกสายน้ำผึ้งมีโครโมโซมขนาดเล็กมากที่สุด 4 คู่ และบุกคางคกเขียวขาวกับบุกโคราชมีชนิดละ 1 คู่ ส่วนบุกกาญจนบุรี บุกเขา บุกอยุธยา บุกเนื้อทราย บุกแดง บุกรอ บุกเต่า บุกคางคกเขียว บุกด่าง บุกแสมสาร และเท้ายายม่อม ไม่มีโครโมโซมขนาดเล็กเลย

15.4 โครโมโซมชนิด metacentric พบว่า บุกเขามีจำนวนโครโมโซมชนิด metacentric มากที่สุดคือ 10 คู่ ส่วนบุกเต่าและบุกบุกเนื้อทรายมีน้อยที่สุดคือ 3 คู่

15.5 โครโมโซมชนิด submetacentric พบว่าบุกเต่ามีจำนวนโครโมโซมชนิด submetacentric มากที่สุด คือ 9 คู่ ส่วนบุกแดง ไม่มีโครโมโซมชนิดนี้เลย

15.6 โครโมโซมชนิด acrocentric พบว่า บุกเนื้อทรายมีจำนวนโครโมโซมชนิด acrocentric มากที่สุดคือ 5 คู่ ส่วนบุกเขา บุกสายน้ำผึ้ง บุกคางคกเขียว และบุกคางคกเขียวขาว มี ชนิดละ 1 คู่

15.7 บุกทุกชนิดไม่มีโครโมโซมชนิด telocentric เลย

16. มีข้อน่าสังเกตระหว่างบุกแดง กับอีลอก ที่มีขนาดของโครโมโซมเป็น ขนาดใหญ่ 4 คู่ และขนาดกลาง 9 คู่ เหมือนกัน แต่ชนิดของโครโมโซมต่างกัน คือ คู่ที่ 5 ของบุกแดงเป็นชนิด metacentric ส่วนอีลอก เป็นชนิด submetacentric คู่ที่ 9 บุกแดงเป็นชนิด metacentric ส่วนอีลอก เป็นชนิด submetacentric และ คู่ที่ 11 กับ 12 ของบุกแดงเป็นชนิด acrocentric ส่วนอีลอกเป็น submetacentric ซึ่งบุกทั้งสองชนิดนี้เป็นบุกหัวยาวเหมือนกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และยังสามารถเจริญในบริเวณที่ใกล้เคียงกันได้ด้วย จึงน่าจะสันนิษฐานได้ว่าบุกทั้งสองชนิดนี้อาจมีความสัมพันธ์ค่อนข้างใกล้ชิดกัน

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

สามารถสรุปคาริโอไทป์ของบุกแต่ละชนิดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 35 สรุปคาริโอไทป์ของบุกที่ศึกษา

ชนิดบุก	จำนวนโครโมโซม (2n)	เบสิคนัมเบอร์ (x)	ระดับพลอยดี	สูตรคาริโอไทป์	ชนิดคาริโอไทป์
บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{14} + L^{sm}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{6}$	asymmetrical karyotype
บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{18} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{4} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{6}$	asymmetrical karyotype
บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{4} + L^{sm}_{6} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{4} + M^{a}_{10}$	asymmetrical karyotype

ตารางที่ 35 สรุปคาริโอไทป์ของบุกที่ศึกษา (ต่อ)

ชนิดบุก	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	เบสิคนัมเบอร์	ระดับพลอยดี	สูตรคาริโอไทป์	ชนิดคาริโอไทป์
บุกแดง (*Amorphophallus putii* Gagnep.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{8} + M^{m}_{10} + M^{a}_{8}$	asymmetrical karyotype
อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{8} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{4}$	asymmetrical karyotype
บุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl.)	26	13	Diploid	$L^{m}_{6} + M^{m}_{10} + M^{sm}_{6} + S^{sm}_{2} + S^{a}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกเต่า (*Amorphophallus sp.)*	26	13	Diploid	$L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{12} + M^{a}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*)	28	14	Diploid	$L^{m}_{12} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.)	28	14	Diploid	$L^{m}_{2} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{8} + M^{sm}_{10} + M^{a}_{2} + S^{sm}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)	28	14	Diploid	$L^{m}_{10} + L^{a}_{4} + M^{m}_{6} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{6}$	asymmetrical karyotype

ตารางที่ 33 สรุปคาริโอไทป์ของบุกที่ศึกษา (ต่อ)

ชนิดบุก	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	เบสิค นัมเบอร์	ระดับพลอยดี	สูตร คาริโอไทป์	ชนิด คาริโอไทป์
บุกโคราช (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.)	28	14	Diploid	$L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{6} + M^{a}_{4} + S^{sm}_{2}$	asymmetrical karyotype
บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*)	28	14	Diploid	$L^{m}_{14} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{10}$	asymmetrical karyotype
บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*)	28	14	Diploid	$L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{m}_{4} + M^{sm}_{2} + M^{a}_{8}$	asymmetrical karyotype
เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.)	28	14	Diploid	$L^{m}_{8} + L^{sm}_{4} + M^{m}_{2} + M^{sm}_{8} + M^{a}_{6}$	asymmetrical karyotype

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532. เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes.* ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะเภสัชศาสตร์. 2539. สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ.

ณรงค์ ดงตรีแก้ว. (ตุลาคม 2541 ก). บุกกินได้ ใช้เป็นยา วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน 11 (200) : 20-21.

ณรงค์ ดงตรีแก้ว. (ธันวาคม 2541 ข). แนะพืช 2 ชนิดพิชิตความจน วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน 11 (209): 34-37.

ดวงพร เจียมอมรรัตน์. 2533. จำนวนโครโมโซมของพืชสมุนไพรไทยบางชนิด วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง) กรมป่าไม้ บางเขน กรุงเทพฯ.

บุษบา โชคช่วยพัฒนากิจ. 2537. พืชผักพื้นเมืองบางอำเภอของจังหวัดจันทบุรี วิทยาปฏิบัติ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพฯ. อักษรเจริญทัศน์.

วินิจวนันดร, พระยา. 2503. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ฉบับชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง) กรมป่าไม้ บางเขน กรุงเทพฯ.

มงคล เกษประเสริฐ (ตุลาคม 2541). บุกพืชอุตสาหกรรมใหม่จากป่าสู่แปลงปลูก วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน 11(200): 23-24.

มงคล เกษประเสริฐ และอรนุช เกษประเสริฐ, 2540. การผลิตบุกเนื้อทรายหรือบุกเพื่อการอุตสาหกรรมที่ครบวงจร เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

มงคล เกษประเสริฐ อรนุช เกษประเสริฐ และวรกิจ ห้องแซง. 2542. รวบรวมและศึกษาทางสรีรวิทยาเบื้องต้นของบุกที่ใช้ประโยชน์ รายงานผลการวิจัย กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2540. มหัศจรรย์ผัก108. กรุงเทพฯ.

เรณู อุบล. (24 ธันวาคม 2541). ใยอาหารจากพืชกับโรคเบาหวาน หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. 8.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2536. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. สำนักพิมพ์สุริยบรรณ. กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. พันธุศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ. เอ็นพีซีบพลายพริ้นติ้ง.

วัฒนา วิริวุฒิกร. (มกราคม- มีนาคม 2540). บุกอาหารลดความอ้วน วารสารอาหาร 27 (1): 44-45.

วันดี กฤษณพันธุ์. 2537. สมุนไพรน่ารู้ สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ.

วันดี กฤษณพันธุ์. 2541. สมุนไพรน่ารู้. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วันวิสา พอนรอด. 2541. การศึกษาการผลิตฟิล์มที่รับประทานได้จากแป้งบุก. ภาคนิพนธ์ปริญญา ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมพร สวนะทรงธรรม. 2541. การขยายพันธุ์บุกเนื้อทรายโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ งานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

สวนจิตรลดา. 1995. พฤกษาพรรณ สำนักพระราชวัง กรุงเทพฯ .

สะอาด บุญเกิด, ขเร สดากร และทิพย์พรรณ สดากร. 2525. ชื่อพรรณไม้เมืองไทย กรมป่าไม้ บางเขน กรุงเทพฯ.

หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา และอรนุช เกษประเสริฐ. 2532. พืชสมุนไพร-พืชหอม เอกสารวิชาการ กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2539. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สำนักนายกรัฐมนตรี โอเอสพรินติ้งเฮาส์ กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. (ตุลาคม-ธันวาคม 2538). แป้งบุกการผลิตสมบัติบางประการและการนำไปใช้ประโยชน์ วารสารอาหาร 25 (4): 238-242.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. (มกราคม-มีนาคม 2540) การผลิตไส้กรอกหมูไขมันต่ำจากแป้งบุก วารสารอาหาร 27 (1): 36-43.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. เอกชัย จารุเนตรวิลาส และสุธาสินี น้อยสุวรรณ (มิถุนายน 2541). การลดไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ด้วยแป้งบุก วารสารอาหาร 28 (2): 111-124.

อัมรา คัมภิรานันท์. 2540. พันธุศาสตร์ของเซลล์ ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอื้อมพร วีสมหมาย, ทยา เจนจิตติกุล และอรุณ วงศ์พนาสิน. 2541. พฤกษาพัน กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

Asana, J.J. and Sutaria, R. N. 1939. On the number of chromosome of some Indian Aracaea II. Jour. Univ. Bombay 7: 58-62. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Chandler, C. 1943. The number of chromosome in two species of *Amorphophallus*. Bull. Torrey Bot.. Club 70:612-614. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Darlington, C.D. and Wylies, A.P. 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plants. Georg Allen and Unwin Ltd. London.

Darlington, C.D. and Lacour, L.F. 1966. The Handling of Chromosome George Allen & Unwin Ltd. London.

Ito, T. 1942. Chromosome and Sexualitat von der Araceae I Somaticsche Chromosomenzahlen einiger Arten. Cytologia 12: 313-325. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Jones, E.J. 1957. Chromosome number and phylogenetic relationships in the Araceae. Ph.D. thesis, University of Virginia. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Klug Cummings. 1997. Concept of Genetics. Prentice Hall, Inc. New jersey USA. 703 pp.

Kishimoto, E. 1941. Chromosomenzahlen einiger Arten von *Amorphophallus* and *Arisaema*. Bot. Zool. 9: 433-434. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Krishnan, R., Magoon, M.L. and Vijaya Bai, K. 1970. Karyological studies in *Amorphophallus campanulatus*. Canadian J. Genet. Cytol. 12: 187-196. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Malvesin-Fabre, G. 1945. Contribution a la caryoligie des Aracees. These Sciences, Bordeaux. 1-275. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Mayo, S.J., Bogner, J. and Boyce, P.C. (1997) The Genera of Araceae. Continental Printing Belgium.

Mutue, T. Fujii and Marcelo Guerra. 1997. Improved Hematoxylin Staining for Algal Cytogenetics Biotechnic & Histochemistry 73(2): 78-81.

Nakajima, G. 1933. Chromosome number in some angiosperms Jap. Jour. Genet. 9: 1-5. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Patel, J.S. and Narayana, C.V. 1937. Chromosome numbers in some economic flowering plants. Curr. Sci. 5:479. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Purseglove, J.W. and Longman, U.K. 1972. Tropical Crops Monocotyledons.

Ramachandran, K. 1977. Karyological Studies four South Indain Species of *Amorphophallus*. Cytologia 42:645-652.

Ramachandran, K. 1978. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia 43:289-303. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Sharma, A.K. and Mukhopadhyay, S. 1965. Chromosome studies in *Typhonium* and *Arisaema* with a view to find out of the mode of origin and affinity of the two. Cytologia. 30 (58-60).

Stebbins, G.L. 1950. Variation and Evolution in Higher Plants. Addision-Wesley Publishing Company, London.

Storey, W.S. 1954. Cytology of taro and other edible aroids Hawaii Acad. Sci. Proc. 29: 14-15. cited in Ramachandran, K Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Subramanian, D. and Munian, M. 1988. Cytotaxonomical Studies in South Indian Araceae. Cytologia 53:59-66.

Takahashi. 1930. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on South Indian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

Tijio, J.H. 1948. The somatic chromosome of some tropical plants. Hereditas 34:135-146. cited in Ramachandran, K. Cytological Studies on SouthIndian Araceae. Cytologia. 43:289-303. (1978).

ภาคผนวก

ลักษณะทั่วไป การขยายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ และความจำกัดทางนิเวศวิทยา ของบุก แต่ละชนิด ที่รายงานไว้โดย มงคล เกษประเสริฐ อรนุช เกษประเสริฐ และวรกิจ ห้องแซง (2542) มีรายละเอียดดังนี้

1. บุกกาญจนบุรี (*Amorphophallus blumei* Schott.)

ลักษณะทั่วไป

- หัวกลมแป้น ขนาดใหญ่ประมาณ 3 กิโลกรัม ผิวเรียบสีเขียว หรือสีน้ำตาลอมเขียว
- ก้านใบ สีเขียวหรือสีน้ำตาลมีลายจุดสีขาวหรือเขียวอ่อน สูงประมาณ 50-80 เซนติเมตร
- ใบค่อนข้างกลมมีสีเขียว ขอบใบเรียบ มีก้านใบแยกออกจากต้น 3 แฉก มีหูใบเชื่อมต่อระหว่างใบ
- ดอก ก้านดอกสีและลายมีลักษณะเช่นเดียวกับต้น กาบหุ้มช่อดอกด้านนอกสีเขียวปนน้ำตาลมีลายขาวสลับ ด้านในสีขาวไม่มีลาย เป็นรูปกรวยหุ้มดอกไว้ ช่อดอกมี 3 ส่วนคือ ดอกตัวเมีย (carpellated flower หรือ pistillate flower) อยู่ด่านล่างมีสีเขียวอ่อน ดอกตัวผู้ (staminate floewer) อยู่ตรงกลางสีเหลืองอ่อน และหมวกดอก (appendage) อยู่บนสุดสีเหลืองแก่

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวและเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- ไม่ปรากฏว่ามีการนำมาใช้ประโยชน์

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบว่าขึ้นปะปนอยู่กับบุกเนื้อทรายตามบริเวณป่าเขาแถบอำเภอไทรโยค อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และทางตอนใต้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

2. บุกเขา (*Amorphophallus corrugatus* N.E.Br.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลมยาว ผิวหัวเรียบ เมื่อแห้งเป็นสีน้ำตาล เนื้อในหัวสีเหลืองอ่อน น้ำหนักหัวใหญ่สุดหนักประมาณ 2 กิโลกรัม อาจมีปุ่มหน่อหรือหัวย่อย 1 หัว และแยกเป็นหน่อใหม่ได้
- ก้านใบเรียบเกลี้ยง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-5 เซนติเมตรสูงประมาณ 170 เซนติเมตร สีและลายของต้นแตกต่างกันไป อาจมีสีเขียวอ่อนลายสีเขียวเข้ม หรือลายน้ำตาล ลายขาว
- ใบ มีลักษณะเป็นริ้วใบ 6 ริ้ว สีเขียวมีหูใบเล็กเชื่อมต่อกัน แผ่นใบใหญ่กว้างประมาณ 7 เซนติเมตร ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ใบยาว ปลายใบแหลมรูปหอก ขอบใบเรียบ
- ดอก ก้านดอกยาว 10-40 เซนติเมตร กาบหุ้มช่อดอกสีเขียว ปลายแหลม ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร กว้างประมาณ 15 เซนติเมตร ด้านในส่วนโคนมีสีเหลืองหรือสีเหลืองชมพู หุ้มดอกตัวเมียสีเหลืองเข้ม ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ดอกตัวผู้สีเหลืองอ่อน ยาวประมาณ 7 เซนติเมตร หมวกดอกยาวประมาณ 7 เซนติเมตร เมื่อบานกาบหุ้มช่อดอกจะเปิดประมาณครึ่งดอก มีกลิ่นเหม็น

การขยายพันธุ์

- ใช้เมล็ด หัว หรือหัวย่อย

การใช้ประโยชน์

- หัว มีสารกลูโคแมนแนนอยู่ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ ของหัวสด จากหัวบุกสดสามารถแปรรูปเป็นอาหารพื้นบ้านหลายอย่าง เช่น แท่งวุ้น บุกฝอย และเส้นวุ้น ซึ่งมีสีเหลืองคล้ายเส้นบะหมี่
- หัว ส่งโรงงานเพื่อเอาสารกลูโคแมนแนน
- หัวปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้น ตากแห้ง นำไปบดเป็นส่วนผสมของยาสมุนไพรจีน แก้โรคได้หลายชนิด เช่น แก้ปวดข้อ เข่า หลัง และเอว
- ก้านใบอ่อนและก้านช่อดอกนำไปต้มใส่ใบมะขามอ่อนเป็นผักจิ้ม หรือแกงป่า แกงอ่อม
- ผล แกะเมล็ดที่เริ่มแก่ออก นำไปแกงมีรสมัน ผลแก่สีแดงนำไปแขวนดักนก

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบบริเวณป่าเขาที่มีร่มเงาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนปนทราย ค่า pH 5.6-6.5 สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 350-1,400 เมตร เช่น เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง พะเยา เป็นต้น

3. บุกอยุธยา (*Amorphophallus bangkokensis* Gagnep.)

ลักษณะทั่วไป

- หัวกลมแป้น มีปุ่มหน่อข้างหัวหรือหัวย่อย 1-3 หัว ผิวหัวเกลี้ยง เนื้อหัวสีขาวหรือเหลือง น้ำหนักหัวใหญ่สุดประมาณ 1.5 กิโลกรัม
- ก้านใบเรียบเกลี้ยง สูงประมาณ 100 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร โคนต้นสีเขียวปนดำเข้มกว่ายอด บางต้นมีลายสีขาวตามแนวความสูง
- ใบเป็นริ้วสีเขียว แผ่นใบขนาดเล็กกว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ปลายใบแหลม มีหูใบเชื่อมต่อกัน
- ดอกมีกลีบเลี้ยงขนาดเล็ก 2 อันหุ้มโคนก้านดอกซึ่งมีสีเขียวอ่อน ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร กาบหุ้มช่อดอกมีขนาดใหญ่สีเหลืองอ่อน ส่วนปลายสีเขียวอ่อนลักษณะหุ้มเหมือนแจกัน

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวหรือหัวย่อย

การใช้ประโยชน์

- ก้านใบอ่อน นำมาแกง หรือทำขนมบุก
- ปลูกเป็นไม้ประดับ

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ดินร่วนซุย แสงแดดรำไร พบที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี อ่างทองมีแนวโน้มว่าจะสูญพันธุ์สูง

4. บุกเนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลมแป้น ผิวค่อนข่างเรียบ สีขาวอมเหลืองหรือชมพู เมื่อแห้งเป็นสีน้ำตาล เนื้อในหัวมีสีขาวอมเหลือง ขาวอมชมพู เหลือง ชมพู น้ำหนักหัว 1-3.5 กิโลกรัม
- ก้านใบเรียบเกลี้ยง สูง 5-180 เซนติเมตร สีเขียวอ่อนลายขีดสีขาว หรือสีเขียวเข้มลายจุดสีขาว หรือสีเขียวเข้มลายน้ำสีดำ
- หัวย่อยบนใบ เกิดอยู่ปลายสุดของลำต้น ตรงกลางแฉกที่แยกเป็นก้านใบ หรือจุดแยกของเส้นใบขนาดใหญ่ มีลักษณะกลมรีเหมือนไข่ จึงเรียกว่า "บุกไข่"
- ใบ มีลักษณะเป็นริ้วใบ กว้างประมาณ 11 เซนติเมตร ยาวประมาณ 31 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบอาจบิดงอเป็นคลื่น สีเขียวอ่อน หรือเข้ม หริเขียวอมชมพู
- ดอก ก้านดอกยาวประมาณ 5-45 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยงหุ้มดอก 3 กลีบ กาบหุ้มช่อดอกคล้ายดอกบัว 1 กลีบ ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ด้านนอกมีสีขาวอมเขียว หรือขาวอมชมพู ด้านในมีสีชมพู หรือเหลือง หรือชมพูปนน้ำตาล ช่อดอกเป็นรูปทรงกระบอกมี 3 ส่วนคือดอกตัวเมียอยู่ที่ส่วนโคนติดกับกลีบรองดอกสีมีเหลืองเข้มยาวประมาณ 3-15 เซนติเมตร ดอกตัวผู้อยู่ตรงกลาง มีสีเหลืองอ่อน ยาว 5-15 เซนติเมตร และหมวกดอกอยู่ที่ส่วนปลายสีขาวนวล ยาว 20-25 เซนติเมตร เริ่มออกดอกประมาณเดือนมีนาคม
- ผล มีสีเขียวอ่อน กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1-1.3 เซนติเมตร จะเริ่มสุกเมื่ออายุ 7-8 เดือน มีสีเหลืองอมส้มหรือแดง ภายในมีเมล็ดสมบูรณ์ 1-2 เมล็ด

การขยายพันธุ์

- ใช้หัว หัวย่อยบนใบ เมล็ด และปลายรากขนาดใหญ่

การใช้ประโยชน์

- หัว มีสารกลูโคแมนแนนสูงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของหัวบุกสด เมื่อแห้งมีลักษณะคล้ายเม็ดทราย เมื่อละลายน้ำจะเป็นวุ้นซึ่งไม่ให้พลังงาน ทนต่อการย่อยสลายของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ช่วยป้องกันและบำบัดโรคหลายชนิด เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ลดไขมันในเลือด ลดการเกิดมะเร็งลำไส้ ช่วยระบบขับถ่าย
- หัว นำมาแปรรูปเป็นอาหารพื้นบ้าน เช่น เป็นชิ้นวุ้น แท่งวุ้น บุกฝอย และเส้นวุ้น
- เนื้อหัวหั่นผึ่งแดดให้แห้ง ต้มรวมกับสมุนไพรอื่น ๆ แก้โรคเลือด และน้ำเหลือง
- ก้านใบอ่อนและก้านดอก เป็นผัก หรือนำไปแกงได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบบริเวณป่าเขาตั้งแต่ภาคเหนือ เช่น จังหวัดแม่ฮ่องสอน เรื่อยลงมาจนถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 50-800 เมตร

5. บุกแดง *(Amorphophallus putii Gagnep.)*

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวยาวเป็นแท่ง เปลือกหัวสีขาว ผิวเกลี้ยง เนื้อในหัวสีขาว ขนาดเล็ก น้ำหนักไม่เกิน 0.5 กิโลกรัม
- ก้านใบเรียบเกลี้ยงสีแดงตั้งตรง สูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ส่วนโคนต้นสีแดงเข้มกว่ายอด
- ใบสีเขียวแก่ ไม่มีหูใบ แผ่นใบขนาดเล็กกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ปลายใบค่อนข้างกลม ขอบใบเรียบ
- ดอก ขณะทำการศึกษาไม่ปรากฏดอก

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวหรือเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- ก้านใบอ่อนใช้ประกอบอาหารประเภทแกงได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบบริเวณป่าผลัดใบทั่ว ๆ ไป เช่น ป่าเต็งรัง ดินร่วนปนทราย พักตัวช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน และเริ่มออกดอกประมาณเดือนเมษายน

6. อีลอก (*Amorphophallus saraburiensis* Gagnep.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวยาว ผิวเรียบสีขาวเหลือง หัวเล็ก ยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร เนื้อในสีขาว
- ก้านใบเรียบเกลี้ยง สูงประมาณ 65 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร สีเขียวอ่อนลายจุดประ หรือสีชมพูปนม่วงลายสีน้ำตาลดำ
- ใบ สีเขียวอาจมีจุดสีขาว ใบเป็นรูปหอก กว้างประมาณ 10 เซนติเมตร ยาว 15-20 เซนติเมตร แผ่นใบหนาเป็นมัน ขอบใบเรียบ
- ดอก ออกพร้อมกับแตกต้นใหม่ ก้านดอกยาวประมาณ 55 เซนติเมตร ขนาดเล็ก กลีบรองดอกยาวประมาณ 20 เซนติเมตร สีเขียวแล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อบานมีสีเหลืองทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย
- ผลอ่อนสีเขียว เมื่อแก่มีสีเหลือง และสุกเป็นสีแดง มีเมล็ดสีน้ำตาล 2 เมล็ด

การใช้ประโยชน์

- ก้านใบอ่อนและช่อดอก แกงได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบตามป่าละเมาะดินร่วนปนทราย ตั้งแต่ชายฝั่งทะเลของภาคตะวันออก จนถึงที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

7. บุกสายน้ำผึ้ง (*Amorphophallus variabilis* Bl.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลมแป้น เปลือกหัวค่อนข้างเรียบมีสีเหลืองหรือขาวอมเหลือง เนื้อในหัวสีขาว มีปุ่มหน่อหรือหัวย่อยเป็นส่วนขยายพันธุ์ยื่นออกจากหัว 2-3 หัว น้ำหนักหัวประมาณ 1 กิโลกรัม
- ก้านใบขนาดกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น 1-5 เซนติเมตร ลำต้นสีชมพู หรือชมพูอมเขียว ลายสีขาวชมพู ต้นลอกง่าย เนื้อสีขาวหักง่ายเหมือนสายบัว
- ใบเป็นริ้วตั้งแต่ต้นยังเล็ก สีเขียวขนาดปานกลาง มีหูใบเชื่อมต่อกันไป ปลายใบแหลม แยกเป็น 2 แฉก ขอบใบเรียบ
- ดอก จะชูก้านสูงประมาณ 40 เซนติเมตร กลีบรองดอกสีม่วง ดอกตัวเมียสีเหลืองอมชมพูยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกตัวผู้สีเหลืองอ่อน ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และกาบหุ้มช่อดอกสีเหลืองอมชมพูยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ดอกมักฝ่อไม่ติดเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- ก้านใบอ่อนและช่อดอกนำมาต้มเป็นผัก หรือนำมาแกง
- เป็นไม้ประดับได้ เพราะสีสวยงาม

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- บุกสายน้ำผึ้ง เป็นบุกที่ได้รับมาจากนักวิชาการเกษตรชาวเนเธอแลนด์ มีการเจริญเติบโตแตกหน่อใหม่ได้ต่อเนื่อง แต่ต้องอยู่บริเวณที่มีแสงแดดรำไร หรือใช้ตาข่ายพรางแสง พักตัวเฉพาะช่วงที่แห้งแล้งมาก ๆ ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

8. บุกเต่า (*Amorphophallus sp.)*

ลักษณะสำคัญ

- เป็นบุกหัวกลมแป้น เปลือกหัวเรียบสีน้ำตาล มีปุ่มหน่อหรือหัวย่อยรอบหัว 4-5 หน่อ ลักษณะคล้ายขาและหัวเต่า เนื้อในหัวสีขาวละเอียด
- ก้านใบเรียบเกลี้ยงสีเทาหรือสีเทาอมแดง สูงประมาณ 70 เซนติเมตร มีลายจุดหรือลายขีดสีม่วงแดง หรือม่วงดำ หรือน้ำตาล
- ใบเป็นสร้อย หูใบเล็ก แผ่นใบกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ผิวเรียบ ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม
- ดอก ออกพร้อมหรือหลังการแตกต้นอ่อน สีและลายเหมือนกับลำต้น กลีบรองดอกคล้ายกลีบบัวหลวง ยาว 25 เซนติเมตร ดอกรูปทรงกระบอก ดอกตัวเมียสีเหลืองยาว 2.5 เซนติเมตร ดอกตัวผู้สีเหลืองอ่อนยาวประมาณ 10 เซนติเมตร และหมวกดอกยาวประมาณ 15 เซนติเมตร เมื่อบานมีกลิ่นเหม็น มักไม่ติดเมล็ด

การขยายพันธุ์

- ใช้ปุ่มหน่อหรือหัวย่อย

การใช้ประโยชน์

- คนสมัยก่อนนำหัวไปเป็นเครื่องรางของขลัง เรียกว่านเต่า หรือนำหัวไปหั่นตากแห้งบดเป็นแป้ง นำไปผสมในการปั้นพระเครื่อง

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- เป็นบุกที่เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียว ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ขยายพันธุ์ได้เร็ว พบในป่าเขาหินเพียงบางแห่งของจังหวัดสระบุรีและลพบุรี

9. บุกคางคกเขียวม่วง (*Amorphophallus sp.*)

ลักษณะทั่วไป

- หัวกลม เปลือกสีน้ำตาล เนื้อในสีขาวเหลือง ขนาดใหญ่หนักประมาณ 3 กิโลกรัม
- ก้านใบ กลมผิวขรุขระมีปุ่มหนามยื่นออกมา สีเขียวเข้ม ไม่มีลาย สูงประมาณ 80-100 เซนติเมตร
- ใบ ยาวรี สีเขียวไม่มีจุด มีหูใบ ก้านใบมี 3 แฉก ขอบใบหยักเล็กน้อย
- ดอก ขนาดใหญ่ กาบหุ้มช่อดอกอยู่ติดกับหัว มีสีเขียวอมเหลือง ไม่มีจุด ช่อดอกแบ่งเป็น 3 ส่วน คือดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้ และปลายช่อดอก

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวและเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- หัว ก้านใบอ่อน และ ใบ ต้มเลี้ยงสุกร

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- เจริญได้ดีบริเวณที่มีแสงแดดรำไร ในดินร่วนหรือดินเหนียว พบในแถบภาคเหนือ

10. บุกคางคกเขียวขาว (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Decne.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลมขนาดใหญ่เปลือกหัวสีขาว เมื่อแห้งเป็นสีน้ำตาล เนื้อในหัวสีขาวหรือขาวอมเหลือง
- ก้านใบ กลมปลายเรียว สีเขียว เขียวเข้ม มีลายสีขาว เขียวอ่อน มีปุ่มนูนคล้ายหนามยื่นออกจากผิวลำต้น ต้นขนาดใหญ่สูงประมาณ 180-200 เซนติเมตร
- ใบ ก้านใบสีเขียว เขียวอ่อน มีปุ่มยื่นจากผิวใบ ใบเป็นริ้ว แผ่นใบค่อนข้างใหญ่ ปลายใบแหลม มีหูใบ ขอบใบเรียบ
- ดอก ก้านดอกยาว 3-80 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยงหุ้มช่อดอก 3 อัน อันสุดท้ายจะมีขนาดใหญ่มีสีม่วง ช่อดอกแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ดอกตัวเมียอยู่โคนกาบหุ้มช่อดอก ยาว 5-60 เซนติเมตร สีเหลืองเข้ม ถัดมาเป็นดอกตัวผู้สีเหลืองอ่อน ยาว 5-15 เซนติเมตร
- ผล การติดผลจะเรียงคล้ายฝักข้าวโพด มีสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีเหลือง ส้ม และแดงในที่สุด ขนาดกว้างยาว ประมาณ 0.8 x 1.3-1.5 เซนติเมตร ภายในมี 2 เมล็ด

การใช้ประโยชน์

- หัว ก้านใบอ่อน ใบ ต้มกับรำและปลายข้าวเลี้ยงสุกร
- ก้านใบอ่อนแกงได้
- ดอก แกงส้มได้
- ผลสุกใช้เป็นอาหารเลี้ยงนก
- ปลูกเป็นไม้ประดับ

การขยายพันธุ์

- ใช้หัว เมล็ด และส่วนปลายรากที่มีขนาดใหญ่

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบแพร่กระจายอยู่ตามป่าเขาของทุกภาคโดยเฉพาะภาคเหนือ ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีทั้งในร่มเงาและกลางแจ้ง

11. บุกด่าง (*Amorphophallus kerrii* N.E.Br.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลม ผิวเรียบสีน้ำตาลอมชมพู เนื้อหัวสีเหลือง มีปุ่มหน่อหรือหัวย่อย 1-2 ปุ่ม ข้างหัว
- ก้านใบขรุขระเล็กน้อย สีเขียวเข้มหรือเขียวดำ ลายด่างสีขาวชัดเจน
- ใบสีเขียวแตกเป็นริ้ว มีหูใบเชื่อมต่อกัน ใบกลมรี
- ดอก ก้านดอกยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ดอกสีเหลือง ปลายดอกสีม่วง

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวและปุ่มหน่อข้างหัวหรือหัวย่อย

การใช้ประโยชน์

- หัว นึ่งรับประทานได้ หรือนำไปแกง หรือแกงบวช
- ก้านใบอ่อนใช้แกง

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบตามป่าภูเขาสูงของจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย แม่ฮ่องสอน ตาก

12. บุกโคราช หรือบุกหูช้าง (*Amorphophallus koratensis* Gagnep.)

ลักษณะทั่วไป

- เป็นบุกหัวกลมแป้นขนาดใหญ่ อาจจะหนักถึง 10 กิโลกรัม เนื้อหัวสีขาวหรือเหลือง เปลือกหัวสีน้ำตาล มีปุ่มหน่อหรือหัวย่อยรอบ ๆ หัว
- ก้านใบกลมเรียว สีเขียวอ่อนมีลายขนาดใหญ่สีขาว ผิวค่อนข้างเรียบ สูงประมาณ 120 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร
- ใบสีเขียว แตกเป็นริ้วตั้งแต่ต้นยังเล็ก มีหูใบเชื่อมต่อระหว่างใบ ปลายใบแหลม
- ดอก ก้านดอกดำลายสีขาวอมเขียว หรืออมชมพู กลีบรองดอกด้านนอกสีเขียวอ่อน ช่อดอกตัวเมียสีเหลืองมีแกนสีม่วง ยาวประมาณ 8 เซนติเมตร ดอกตัวผู้สีเหลืองอ่อนยาวประมาณ 6 เซนติเมตร ส่วนปลายที่ติดกับดอกตัวผู้ยาวประมาณ 7 เซนติเมตร สีม่วงปนเขียว

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวหรือหัวย่อย

การใช้ประโยชน์

- หัวนำไปนึ่งหรือต้มสุก แกง หรือแกงบวชก็ได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบว่ามีการปลูกทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ภาคกลางและภาคใต้

13. บุกแสมสาร (*Amorphophallus longituberous*)

ลักษณะทั่วไป

- หัวยาวผิวเรียบเปลือกสีขาว เนื้อในหัวสีขาว ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร
- ก้านใบเรียบเกลี้ยง สีเขียว สูงประมาณ 50-80 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร
- ใบ สีเขียวอ่อนกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีก้านใบ 3 แฉก มักตั้งตรง ไม่มีหูใบ ขอบใบบิดงอเล็กน้อย
- ดอกมักเกิดพร้อมหรือหลังการแตกต้นอ่อน ก้านดอกลักษณะเดียวกับลำต้น ขนาดดอกเล็ก กลีบรองดอกเขียวปนสีเหลืองยาวคลุมดอกไว้ ดอกตัวเมียอยู่ด้านล่างสีเหลืองอ่อน ดอกตัวผู้อยู่ตรงกลางสีเหลือง และปลายดอกสีเหลืองเข้มกว่า
- ผลสีเขียวเมื่อสุกเป็นสีส้มแดง

การใช้ประโยชน์

- ต้นอ่อนและช่อดอกนำไปแกง

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบตั้งแต่บริเวณชายฝั่งทะเล จนถึงภูเขาสูงทางภาคตะวันออก เช่น เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

14. บุกงูเหลือม (*Amorphophallus sp.*)

ลักษณะทั่วไป

- หัวกลม ผิวเรียบ เนื้อในสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองอมแดง และมีเม็ดสีแดงแทรกอยู่ หัวขนาดใหญ่หนักประมาณ 5 กิโลกรัม
- ก้านใบขนาดใหญ่ สูงประมาณ 150 เซนติเมตร ผิวเรียบเกลี้ยง ส่วนโคนขรุขระเล็กน้อย สีเขียวเข้ม หรือเขียวอมน้ำตาล มีลายขนาดใหญ่สีขาว หรือขาวอมชมพู มองดูคล้ายงูเหลือม
- ใบ มี 6 ใบหรือ 6 ริ้ว แผ่แบนออกคล้ายร่ม กว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบใบเรียบหรือบิดงอเล็กน้อย มีหูใบเชื่อมต่อเนื่องกัน
- ผล อยู่บนก้านดอกสูงจากพื้นประมาณ 40 เซนติเมตร สีเขียว เมื่อสุกเต็มที่จะมีสีแดง

การขยายพันธุ์

- ใช้หัวและเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- หัว ก้านใบ และใบใช้เลี้ยงสุกรได้
- ก้านใบอ่อนแกงได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- พบเฉพาะในป่าเขาทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไป สามารถนำมาปลูกและเจริญได้ดีในที่มีแสงแดด 50 เปอร์เซ็นต์

15. เท้ายายม่อม (*Tacca leontopelaloides* Ktze.)

ลักษณะทั่วไป

- หัวกลม สีขาวเหลือง ผิวเรียบเกลี้ยง มีปุ่มรากน้อย เนื้อในสีขาว หนักประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม
- ก้านใบ จะแตกพร้อมกับการแทงช่อดอก 1-2 ต้น สีเขียว หรือม่วง ผิวเรียบลื่นเป็นร่อง
- ใบ มี 3 ก้านใบ แตกออกเป็นริ้วใบมีหูใบเชื่อมต่อกันใบสั้นปลายแหลม มีรอยหยัก 1-3 หยัก ผิวใบนูนคล้ายกำมะหยี่ ขอบใบเรียบ
- ดอก ออกเป็นกระจุกตรงปลายก้านช่อดอกซึ่งสูงกว่าต้นประมาณ 2.5 เท่า ดอกมีกลีบประดับสีเขียว 2 ชั้น รูปร่างคล้ายกลีบบัว ส่วนปลายแยกเป็น 3 แฉก ชั้นในมี 5 กลีบ ปลายแหลม ยาวประมาณ ตรงกลางดอกจะมีดอกเล็ก ๆ แตกออกมา มีก้านยาว 2-5 เซนติเมตร ภายในมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย มีไหมประดับดอกสีเขียวยาวประมาณ 45 เซนติเมตรย้อยลงมาอาจมีมากถึง 80 เส้น
- ผลมีสีเขียว แบ่งเป็น 6 พู เมื่อแก่จะเป็นสีเหลือง ภายในสีขาว มีเมล็ดภายใน 80-90 เมล็ด เมื่อแก่จัดจะแห้งแตกออก

การขยายพันธุ์

- ใช้หัว หรือเมล็ด

การใช้ประโยชน์

- หัว นำไปแยกแป้งที่เรียกว่าแป้งเท้ายายม่อม
- ก้านใบ ราก หัว เป็นยาสมุนไพร
- ก้านใบอ่อน ผลอ่อน เป็นผักได้

ความจำกัดทางนิเวศวิทยา

- ขึ้นได้ดีในที่ร่มเงาประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนทราย พบแถบภาคตะวันออก ภาคใต้ และภาคกลาง เช่น นครนายก ปราจีนบุรี สระบุรี ลพบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่พบ เช่น สุรินทร์ มุกดาหาร นครราชสีมา นครพนม สกลนคร

การเตรียมสารเคมี

ก. วิธี Feulgen squash

1. Pretreatment solution

1.1 สารละลายอิ่มตัว alphabromonapthalene

ส่วนประกอบ

1.1.1 alphabromonapthalene เข้มข้น	1 หยด
1.1.2 น้ำประปา	1 ลิตร

วิธีเตรียม

หยด alphabromonapthalene เข้มข้น 1 หยด ใส่ขวดสีชา เขย่ากับน้ำประปา 200-300 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนเข้ากันดี แล้วเติมน้ำให้ครบปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์ เซนติเมตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ประมาณ 7 วัน ถ้าเลยระยะเวลานี้ควรเตรียมใหม่ทุกครั้ง

2. Fixing solution

2.1 กรดอะซิติก 90 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบ

2.1.1 กรดอะซิติก เข้มข้น	90 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.1.2 น้ำกลั่น	10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

เทกรดอะซิติก เข้มข้น ผสมกับน้ำกลั่นที่อยู่ในกระบอกตวง

3. Storage solution

3.1 เอทิลอัลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบ

3.1.1 เอทิลอัลกอฮอล์ เข้มข้น	70 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3.1.2 น้ำกลั่น	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

เท เอทิลอัลกอฮอล์ เข้มข้น ผสมกับน้ำกลั่นจนเข้ากันดี

4.Hydrolyse solution

4.1 กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล

ส่วนประกอบ

4.1.1 กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น	82.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4.1.2 น้ำกลั่น	1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

เท กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น ผสมกับน้ำกลั่นเขย่าเบา ๆ จนเข้ากันดี

5. Staining solution

5.1 โพรไพโอโนคาร์มีน 2 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบ

5.1.1 ผงคาร์มีน	2 กรัม
5.1.2 กรดโพรไพโอนิก 45 เปอร์เซ็นต์	100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

ต้ม กรดโพรไพโอนิก 45 เปอร์เซ็นต์ จนเดือด เติมผงคาร์มีน ลงไปทีละน้อย คนให้ละลายจนหมด แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

5.2 Schiff's reagent

ส่วนประกอบ

5.1.1 เบสิคฟูชิน (basic fuchsin)	1 กรัม
5.1.2 น้ำกลั่น	200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5.1.3 กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5.1.4 โพแทสเซียมไบซัลไฟต์ (potassium metabisulfite)	3 กรัม

วิธีเตรียม

ต้มน้ำกลั่นจนเดือด เติม 1 เบสิคฟูชิน ลงไปทีละน้อย คนให้ละลายจนหมด แล้วเติม normal hydrochloric acid และ โพแทสเซียมไบซัลไฟต์ ตามลำดับ กรองด้วยกระดาษกรอง

ข.วิธี Hematoxylin staining

1. สารละลายคาร์นอย

ส่วนประกอบ

เอทิลอัลกอฮอล์เข้มข้น	3 ส่วน
กรดอะซิติกเข้มข้น	1 ส่วน

วิธีเตรียม

ค่อย ๆ เทกรดอะซิติกเข้มข้น ลงไปผสมกับเอทิลอัลกอฮอล์เข้มข้น จนเข้ากันดี

2. กรดอะซิติก 45 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบ

กรดอะซิติกเข้มข้น	45 ลูกบาศก์เซนติเมตร
น้ำกลั่น	55 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

ค่อย ๆ เท กรดอะซิติกเข้มข้นลงไปผสมกับน้ำกลั่นจนเข้ากันดี

3. กรดไฮโดรคลอริก 5 นอร์มอล

ส่วนประกอบ

กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น	412.5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
น้ำกลั่น	587.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีเตรียม

เทกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นผสมกับน้ำจนเข้ากันดี

4. acetohematoxylin iron alum

ส่วนประกอบ

hematoxylin	4 กรัม
iron alum	1 กรัม

ผสมส่วนประกอบทั้งสองให้เข้ากันดี

ประวัติผู้เขียน

นางละเอียด คงกุ่ง เกิดวันที่ 12 เมษายน 2510 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา วิชาเอกชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูนครราชสีมา เข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2540 ได้รับทุนการอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) เมื่อปี 2542 และสำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันรับราชการครู ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 5 ที่โรงเรียนภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ