ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การศึกษาโครโมโซมของเงินไหลมา *(Syngonium podophyllum)*

Syngonium *(Syngonium podophyllum)* Chromosome Investigation

โดย

นายเอกชัย ตุ้มทอง

ได้รับความเห็นชอบจาก

.....

(อาจารย์ กัญจนา แซ่เตียว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 10 เดือน ..... พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาโครโมโซมของเงินไหลมา *(Syngonium podophyllum)*

Syngonium *(Syngonium podophyllum)* Chromosome Investigation

โดย

นายเอกชัย ตุ้มทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ กัญจนา แซ่เตียว

สพ.
ด873ก
2543
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 41718
วัน, เดือน, ปี 27 ก.พ. 2545

เสนอ

.b.....

.i.....

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การศึกษาโครโมโซมของเงินไหลมา *(Syngonium podophyllum)*
	Syngonium *(Syngonium podophyllum)* Chromosome Investigation
โดย	นายเอกชัย ตุ้มทอง
ภาควิชา	พืชสวน
สาขาวิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ กัญจนา แซ่เตียว

บทคัดย่อ

การศึกษาโครโมโซมของเงินไหลมาจากเซลล์ปลายรากโดยเก็บตัวอย่างราก หยุดวงชีพเซลล์ใน 0.002M 8-hydroxyquinoline นาน 4 – 6 ชั่วโมง รักษาสภาพเซลล์ในน้ำยา Fixative (alcohol 95% : acetic acid ; 3:1) นาน 5 นาที จากนั้นแช่ต่อในสารละลาย HCl นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วย้อมด้วยสี acetocarmine นาน 12 ชั่วโมง พบว่า เวลาที่เห็นโครโมโซมชัดสุดคือ 9.00-10.00 น. และเงินไหลมามีจำนวนโครโมโซม 2n =24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Syngonium(*Syngonium podophyllum*) Chromosome Investigation
By	Mr.Eakkachai Tumthong
Major	Horticulture
Department	Horticulture
Faculty	Agricultural Technology
Advisor	Miss Kanjana Saetiew

ABSTRACT

Somatic chromosome investigation of *Syngonium podophyllum* from root tip.Root tip samples were taken at 9.00– 10.00 a.m . The tissues were pretreated in 0.002M 8-hydroxyquinoline for 4 – 6 hours . Transfer the tissues kept in Fixative (alcohol 95% : acetic acid ;3:1) for 5 minutes and prior to maceration in HCl solution at 60 $^{\circ}$C for 5 minutes.The tissues were then stained in acetocarmine for 12 hours .The result showed the chromosome number of 2n = 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้ เพราะข้าพเจ้าได้รับกำลังใจและความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อมากมายจากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ กัญจนา แซ่เตียว ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและกรุณาให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขและชี้แนะแนวทางที่ถูก ติดตามความก้าวหน้าและเอาใจใส่ตลอดเวลา และที่สำคัญ คือ กำลังใจที่อาจารย์มีให้ตลอดมาในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การศึกษาและสถานที่ปฏิบัติงาน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจ และ เป็นแรงสนับสนุนตลอดเวลา พี่ ๆ เพื่อนๆ ที่ช่วยร่วมแรงร่วมมือ และสนับสนุนตลอดมาจนปัญหาพิเศษเล่มนี้ เสร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายเอกชัย ตุ้มทอง

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงเวลาที่เหมาะสมและจำนวนโครโมโซมที่นับได้	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1 ต้นเงินไหลมา *Syngonium podophylum* 15

ภาพที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมของ *Syngonium podophylum* 2n=24
ถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000x 18

ภาพที่ 3 แสดงจำนวนโครโมโซมของ *Syngonium podophylum* 2n=24
ถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000x 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาโครโมโซมของเงินไหลมา *(Syngonium podophyllum)*

Syngonium *(Syngonium podophyllum)* Chromosome Investigation

คำนำ

เงินไหลมา (*Syngonium podophyllum*) เป็นไม้ประดับที่นิยมปลูกในเมืองไทยอย่างมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีชื่อเป็นมงคล ปลูก และดูแลรักษาง่าย มีปัญหาเรื่องโรคและแมลง ทนต่อสภาพอากาศได้ดี (ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ , 2539) คนไทยโบราณเชื่อว่าหากบ้านใดปลูกต้นเงินไหลมาจะทำให้ร่ำรวยชักนำเงินทองเข้าสู่บ้าน และต้นเงินไหลมาเองก็มีเสน่ห์ในตัว เนื่องจากมีสีสันสวยงาม เส้นกลางใบเป็นสีเงิน

ปัจจุบันเงินไหลมาเป็นที่นิยมมากขึ้นของนักเลี้ยงไม้ประดับจึงมีการนำสายพันธุ์อื่นๆมาปลูกขยายมมากขึ้น ได้พันธุ์ที่มีลักษณะเป็นไม้กระถาง มีหลายสีมีใบหลายขนาดรูปทรง จึงเป็นการดีที่จะศึกษาจำนวนโครโมโซมพืชชนิดนี้ไว้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ที่หลากหลายในภายหน้า

ขั้นตอนการในศึกษาจำนวนโครโมโซม จำเป็นต้องใช้ความชำนาญและเทคนิคในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือสูง มีการวางแผนการทดลองเป็นลำดับขั้น สำหรับการทดลองนี้ ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของเงินไหลมาเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชชนิดนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ชื่อสามัญ เงินไหลมา, Tricolor Nepthytis

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Syngonium podophyllum*

ชื่อวงศ์ ARACEAE

ลักษณะทั่วไป

ลำต้น : เงินไหลมาเป็นไม้เลื้อยที่มีเถายาว ลำต้นมีความยาวประมาณ 10 – 20 เมตร มีลำต้นกลม สีเขียว ผิวลำต้นเกลี้ยงเป็นข้อห่างๆ และมีรากออกตามข้อลำต้น ลำต้นแต่ละข้อมีกาบหุ้มอยู่

ใบ : เป็นใบเดี่ยวออกตามข้อสลับกันซึ่งมีก้านใบยาวประมาณ10–15เซนติเมตร ต้นอ่อนใบคล้ายใบบอนขนาดเล็ก ใบเป็นแฉก 5 แฉก ขนาดใบกว้าง 3 – 5 เซนติเมตร ยาว 10 – 15 เซนติเมตร ใบเป็นแฉกลึกเข้าหาโคนใบ ส่วนปลายใบเรียวแหลม พื้นใบมีสีเขียวลายชมพูพาดตามเส้นใบ (อฤชร ,2541) ถ้ามีอายุมากจะออกดอกตรงส่วนยอด ลักษณะดอกคล้ายดอกของบอน

การปลูก มี 2 วิธี

1.การปลูกในกระถางเพื่อใช้ประดับภายในและภายนอกอาคาร

ใช้กระถางทรงสูงขนาด 10 – 16 นิ้ว ใช้ปุ๋ยคอก : แกลบ : ขุยมะพร้าว : ดินร่วน อัตรา 1:1:1:1 ผสมดินปลูก เมื่อปลูกแล้วให้ใช้ไม้หลักปักไว้ตรงกลางกระถางเป็นที่ยึดของราก และควรเป็นไม้หลักที่หุ้มด้วยกาบมะพร้าวจะเหมาะสมอย่างยิ่ง หลังจากนั้นควรตัดแต่งทรงพุ่มและให้ปุ๋ยสม่ำเสมอ และควรเปลี่ยนกระถางเมื่ออายุ 2 – 3 ปี เพราะการขยายของรากอัดแน่นเกินไปในกระถาง หรือตามความเหมาะสมของทรงพุ่ม

2.การปลูกในแปลงปลูกเพื่อประดับบริเวณบ้านและสวน

ถ้าปลูกในแปลงปลูก มักปลูกตามบริเวณรอบไม้อื่นหรือทำร้านเพื่อให้รากยึดเกาะและเลื้อยขึ้นได้ การเตรียมดินปลูกเหมือนกับการปลูกพันธุ์ไม้อื่นๆทั่วๆไป ขนาดหลุมปลูกประมาณ 20 x 20 x 20 เซนติเมตร ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก : ดินร่วน 1 : 1 ผสมดินปลูก ถ้าปลูกเป็นกลุ่มบริเวณบ้านและสวนต้องทำให้พุ่มเตี้ย ควรตัดยอดออกบ้างตามความเหมาะสมหรือให้เลื้อยตามพื้นดินก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษา

แสง : ต้องการแสงแดดรำไรหรือในที่ร่ม ความชื้นในอากาศสูง

น้ำ : ต้องการน้ำปานกลาง ควรให้น้ำทุกวัน

ดิน : ดินร่วนซุย

ปุ๋ย : ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตรา 300 – 500 กรัม / ต้น ใส่ 1 – 2 เดือน / ครั้ง (ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ,2539)

การขยายพันธุ์

ปักชำยอดหรือส่วนของต้น

โรคและแมลงศัตรู

ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรคและแมลงศัตรูเพราะเป็นไม้ทนต่อสภาพธรรมชาติได้ดี (ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ,2539)

การเป็นมงคล

คนไทยโบราณเชื่อว่า บ้านใดปลูกต้นเงินไหลมาไว้ประจำบ้าน จะทำให้เกิดความร่ำรวย เพราะเงินไหลมาเป็นไม้มงคลนาม สามารถทำให้เงินทองไหลมาสู่บ้านและผู้อาศัย จึงทำให้เกิดความมั่งมี และยังมีความเชื่ออีกว่าต้นเงินไหลมายังช่วยสร้างความเป็นเสน่ห์แก่บ้านและผู้อาศัย เพราะลักษณะใบของต้นเงินไหลมามี สีสัน สวยงาม สีกลางใบคล้ายสีเงิน

ตำแหน่งที่ปลูกและผู้ปลูก

เพื่อเป็นสิริมงคลแก่บ้านและผู้อยู่อาศัย ควรปลูกต้นเงินไหลมาไว้ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผู้ปลูกควรปลูกในวันอังคาร เพราะโบราณเชื่อว่าการปลูกไม้เอาคุณทางใบให้ปลูกในวันอังคาร (ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ , 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Genus Syngonium (Tri – leaf)

เดิมมีอยู่ 7 ชนิด แต่ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมทำให้เพิ่มขึ้นอีก 10 ชนิด การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมมักไม่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่มักมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจำนวนใบและลักษณะสีด่าง

Syngonium auritum **(Jamaica)** เดิมจัดอยู่ในสกุล Philodendron ลักษณะใบคล้ายใบรวมฉีกออกเป็นรูปกรี ใบกลางกว้างยาวกว่าใบข้างคู่และเรียวลงไป ใบคู่มีขนาดเล็กเกือบมนกลมคล้ายหูใบ เนื้อหนาเป็นมันสีเขียวเข้ม ร่องกลางใบเส้นลึกสีอ่อน

Syn. Erythrophyllum **(Panama)** ลักษณะใบเดียวรูปลูกศรขนาดเล็ก เนื้อบางสีเขียวอมทองแดง ลายเส้นตามยาวของใบมีจุดแต้มสีเทาเงินสลับสีชมพูทั่วไป หลังใบสีแดงเข้ม ลักษณะใบเดียวนี้มีลักษณะคล้ายกับ *Syn. macrophyllum* แต่มีขนาดต่างกัน

Syn. Hoffmannii **(America)** ลักษณะใบเดียวรูปลูกศร ใบทรงสามเหลี่ยม เนื้อบางสีเขียวอ่อน กลางใบเหลือบเทา เส้นโครงใบเป็นสีนวลจางทั้งใบ

Syn. Podophyllum ลักษณะใบเป็นใบเดียวที่มีลักษณะคล้าย 3 ใบมารวมกัน, 5 ใบรวม , 7 ใบรวม จนถึง 11 ใบรวม เป็นรูปกรีแซงซ้อนออกไป

Syn. Podophyllum tri – leaf ลักษณะเดิมเป็นใบเดียวรูปลูกศร ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็น 3 ใบรวมคล้ายรูปกรี ต่อมากลายเป็น 5 ใบรวม ใบแยกแต่ละใบเป็นรูปปลายหอก เนื้อบางสีเขียวสด กลางใบตามลายเส้นโครงของใบมักเปลี่ยนเป็นสีด่าง ครีม ถ้าเปลี่ยนเป็นสีด่างมากขึ้น ตั้งชื่อพันธุ์ใหม่ว่า *Syn. Podophyllum tri color*

ลักษณะที่เปลี่ยนไปจนใบเพิ่มขึ้นมาเป็น 11 ใบรวมนั้น เกิดจากการบำรุงรักษาอย่างดี และถ้าปลูกลงดินใบจะใหญ่ขึ้นหลายเท่า สีเขียวสดใส ไม่มีสีด่าง

Syn. Podophyllum albo – lineatum มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด คือเมื่อแตกใบครั้งแรก ใบจะเป็นใบเดียวหัวลูกศร แตกใบครั้งที่สองใบจะมีลักษณะเป็น 3 ใบรวม และเมื่อแตกใบครั้งที่สาม ใบจะมีลักษณะเป็นสี่ใบรวม เนื้อบางสีเขียวอ่อน โครงลายและสีด่างมากน้อยไปตามการดูแลรักษาซึ่งจะนำไปสู่การตั้งชื่อใหม่

Syn. Podophyllum albo-lineat เมื่อแตกใบครั้งแรก ครั้งที่สอง และครั้งที่สาม ใบจะมีลักษณะเป็น 5 ใบรวม แต่เมื่อแตกใบครั้งที่สี่ ใบจะมีลักษณะเป็น 7 ใบรวม เนื้อบางสีเขียวเข้ม โครงลายเป็นเส้นสีครีม ไม่ด่างเหมือนต้นอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Syngonium มีการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะใบแตกต่างกันไป ทำให้เกิด Variety ต่างๆขึ้น เคยมีการทดลองปลูกชนิดพันธุ์เดียวกัน แต่ภาชนะปลูก การให้ปุ๋ย น้ำ และสถานที่ขยายพันธุ์แตกต่างกัน ปรากฏว่ามันจะให้ใบที่มีลักษณะและลายเส้นต่างๆกัน ทำให้คิดว่าเป็นพันธุ์ใหม่ จึงทำให้มีการตั้งชื่อใหม่ซ้ำซ้อนกัน ก่อให้เกิดความสับสน

ในประเทศไทย กำลังนิยม *Syngonium podophyllum tricolor* ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมาจากต้นธรรมดา และตั้งชื่อไทยว่า ว่านเงินไหลมา มีราคาซื้อขายแพงขึ้น ทำให้เกิดความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น การนำเอาไม้ประดับจากต่างประเทศมาตั้งชื่อเป็นว่านต่างๆกำลังเป็นที่นิยมอยู่ในขณะนี้ จึงต้องระมัดระวัง เพราะไม้ประดับบางชนิดเป็นพิษถึงตายได้ ในบางประเทศใช้ราก ใบ ต้น ของไม้บางสกุลเป็นยาเบื่อ และในความเข้มข้นสูงสามารถใช้เป็นยาสลบได้เป็นชั่วโมงหรือวัน เป็นการลงโทษผู้ทำผิดกฎหมาย (ประชิด , 2523)

การศึกษาจำนวนโครโมโซมในไมโทซีส (อมรา,2540)

ไมโทซีสเป็นช่วงเวลาเดียวกับวัฏจักรของเซลล์ที่โครโมโซมมีรูปร่างเห็นได้ชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยสายใยโครมาติน (chromatin) สายใยโครมาตินประกอบด้วย DNA และโปรตีน ส่วนของสารพันธุกรรมจะอยู่ในรูปของ DNA

ระยะแรกของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซีสเรียกว่า โพรเฟส (prophase) ระยะต้นของโพรเฟสนั้น โครโมโซมปรากฏเห็นได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มีขนาดขยายยาวโดยแต่ละเส้นประกอบด้วยสายใยเป็นคู่ สายใยคู่ของแต่ละโครโมโซมเรียกว่า sister chromatid ดังนั้นองค์ประกอบของสารพันธุกรรมจะเหมือนกัน nucleolus เห็นในระยะอินเตอร์เฟส ในตอนปลายระยะโพรเฟส โครโมโซมจะหดตัวสั้นมาก ระยะของโครโมโซมจากเซนโทรเมียร์ไปถึงโครโมโซมข้างหนึ่ง เรียกว่าแขน แบ่งกว้างๆเป็น 4 ชนิด คือ metacentric , submetacentric , acrocentric และ telocentric เมื่อสิ้นสุดระยะโพรเฟสจะพบว่า ผนังนิวเคลียสเกิดการสลายตัว เข้าสู่ระยะการแบ่งเซลล์ที่เรียกว่า เมทาเฟส สังเกตเห็นโครโมโซมหนึ่งแท่งประกอบด้วยโครมาติดสองแท่ง ยึดติดที่ตำแหน่ง เซนโทรเมียร์ชัดเจน

แต่ละเซนโทรเมียร์จะมีสายของ spindle มายึดไว้ ระยะนี้มีความสำคัญมาก คือ โครโมโซมหดสั้นมากที่สุด และเป็นระยะที่เหมาะอย่างยิ่งในการนำโครโมโซมระยะนี้มาศึกษาทางไซโตรเจนเนติก เช่น การนับจำนวน การตรวจดูรูปร่างและนำมาย้อมสี

ระยะต่อมาเป็นแอนาเฟสจะปรากฏเห็นโครโมโซมแยกเป็นสองกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน โดยเท่ากับ จำนวน diploid ของชนิดนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะสุดท้ายของไมโทซีส คือ เทโลเฟส เริ่มเห็นผนังนิวเคลียสสร้างขึ้นล้อมแต่ละกลุ่มของโครโมโซม สำหรับเซลล์พืชจะมีผนังเซลล์ มีลักษณะเป็นผนังบางกั้นกลางเซลล์

การเตรียมโครโมโซม

การเตรียมโครโมโซมจากรากพืช

ในปลายรากพืชที่ได้จากการเพาะเมล็ดหรือปลูกพืช รากที่นำมาใช้ต้องสดและมีสุขภาพดีเพื่อให้ได้เซลล์ที่มีอัตราการแบ่งตัวที่มาก นิยมใช้รากชนิดรากแขนง(lateral root) ลักษณะรากที่ดี มีความเปราะ โปร่งแสงและมีสีขาวส่วน tip หรือปลายรากมีสีขาวอมครีม ถ้าไม่สามารถหารากได้ อาจใช้เนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่เป็น meristematic tissue เช่น จากปลายใบอ่อน หรือส่วนของดอก เช่น ผนังรังไข่หรือเมล็ดอ่อน ซึ่งวิธีการเตรียมเช่นเดียวกับราก

Pretreatment ล้างรากพืชให้สะอาด ตัดรากให้ยาวจากปลายรากขึ้นมาประมาณ 1 เซนติเมตร แช่ในสารละลาย Pretreatment เพื่อให้เซลล์หยุดการแบ่งตัวในระยะเมทาเฟส เป็นเวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ขวดแก้วมีฝาปิดสนิท ล้างให้สะอาดปราศจากสารเคมีหรือผงซักฟอก ระหว่างแช่ควรเขย่าภาชนะเพื่อให้อากาศแทรกในน้ำยา เมื่อสิ้นสุดเวลาใช้คีมปลายแหลม(forceps) คีบรากออกมาแช่ในน้ำยา Fixative ต่อไป

Fixation เลือกรากที่มีลักษณะดี (โปร่งใสและปลายรากมีสีขาวขุ่น) แช่ในน้ำยา Fixation นานอย่างน้อย 15 นาที ถ้าต้องการเก็บรากไว้เป็นเวลานานก่อนนำมาศึกษาโครโมโซม ให้เปลี่ยนแปลงเป็นแช่ปลายรากจาก Fixation มาเป็น 70% ethanol และเก็บไว้ในที่เย็น 0 – 4 $^{\circ}$C จนกว่าจะศึกษาต่อไป

Maceration (การทำให้เซลล์นิ่ม)นำปลายรากที่อยู่ในขวดแก้วมาแช่ในสาร 1 M HCl เป็นเวลา 5 นาที (ควรทำที่อุณหภูมิ 60°C) แล้วล้างรากด้วยน้ำสะอาด ถ้าทำจำนวนมาก อาจแช่รากในน้ำที่ใส่ขวดแก้วปิดปากด้วยผ้าขาวบาง ปล่อยน้ำไหลผ่านเข้าออกโดยไม่เปิดปากขวด แล้วจึงแช่ปลายรากไว้ในขวดแก้วซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่ เมื่อต้องการจะศึกษาจึงใช้คีมปลายแหลม (forceps) คีบปลายรากขึ้นมาศึกษาต่อไป

Cell suspension นำรากขึ้นจากน้ำ วางปลายรากบนแผ่นสไลด์ ซับน้ำส่วนเกินออก ย้อมด้วยสี aceto-carmine จำนวน 1 หยด ใช้มีดตัดเอาส่วนของหมวกรากออก ทำ squash technique คือขยี้เซลล์รากให้แบนด้วยเข็มเขี่ยปลายแบน ผ่านสไลด์บนเปลวไฟ (ใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์) ปิดสไลด์ด้วย coverslipใช้เวลาย้อมสีนาน 5-10 นาที จากนั้นวางกระดาษซับบริเวณส่วนเหนือและใต้ของสไลด์ใช้นิ้วหัวแม่มือกดแรงพอประมาณเพื่อให้เซลล์กระจาย ตรวจดูเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หรือใช้เทคนิคการแช่รากในสีย้อม aceto-carmine โดยแช่ปลายรากในภาชนะรองรับ อาจเป็นจานสีหรือหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเล็ก ทิ้งไว้ประมาณ 10 – 12 ชั่วโมง เพื่อให้สีติดเข้าไปในโครโมโซม แล้วจึงเข้าสู่วิธีการ squash technique หรือทุบ coverslip ด้วยยางลบที่ปลายดินสอ แล้วจึงตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นทำสไลด์ให้เซลล์คงที่อยู่ชั่วคราวโดยปิดขอบ coverslip ด้วยยาทาเล็บหรือพาราฟินที่หลอมแล้ว

การเตรียมสารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการศึกษาโครโมโซม

Pretreatment

การทำ Pretreatment กับรากพืชเพื่อจะทำให้เซลล์พืชหยุดการแบ่งไมโตซิสในระยะเมทาเฟส ซึ่งระยะนี้โครโมโซมจะมีขนาดสั้นมากที่สุด ทำให้การนับและการศึกษารูปร่างของโครโมโซมได้ชัดเจน สารที่ใช้ทำ Pretreatment มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีผลต่อเซลล์เหมือนกันคือทำให้ spindle fiber ของเซลล์ไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้ การทำ Pretreatment จะทำก่อนที่จะ fix เซลล์ด้วยน้ำยา fixative สารที่ใช้ทำ Pretreatment มีดังนี้

1. Colchicine : ใช้ความเข้มข้น 0.2% W/V ในน้ำ แช่ปลายรากนานประมาณ 1-2 ชั่วโมง จากนั้น fix รากในน้ำยา fixative

2. 8-hydroxyquinoline : เตรียมที่ความเข้มข้น 0.002 Mในน้ำเพื่อให้ละลายดีใช้วิธีอุ่นใน60° C เป็นเวลานาน 10-15 นาที บางครั้งอาจนานถึง 1 ชั่วโมงจึงจะละลายหมด

3. Paradichlorobenzine : เตรียมให้ถึงระดับ ใช้เตรียมจาก 5-10 กรัม Paradichlorobenzine ในน้ำกลั่น 500 มล.ใส่สารละลายนี้ไว้ในขวดที่ปิดจุก และเก็บไว้ในตู้อบ 60 °C นานตลอด 1 คืน จึงนำมาใช้ การแช่รากอยู่นาน 15 นาที-4 ชั่วโมง จากนั้นจึง fix ราก

Fixative solution หรือ Killing solution

น้ำยาที่เป็น fixing หรือ killing นี้ใช้เพื่อทำให้เซลล์พืชคงสภาพเดิม เช่น การดองสัตว์ให้คงสภาพไม่เน่าเปื่อย น้ำยาประเภทนี้จำเป็นต้องเตรียมใหม่ ๆ แล้วใช้ทันทีมีสูตรการผสมแบบต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. Carnoy's fluid ประกอบด้วย absolute ethanol หรือ methanol : glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1

2. Farmer's fluid ประกอบด้วย absolute ethanol : chloroform : glacial acetic acid ในอัตราส่วน 6 : 3 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stain (สีย้อมเซลล์)

ในการศึกษาโครโมโซมพืชทั้งจากเซลล์ปลายรากละเซลล์ microsporocyte นั้น นิยมใช้สี acetocarmine และโดยเฉพาะมีส่วนของสนิมเหล็กปนอยู่ในสีด้วยแล้วจะทำให้โครโมโซมติดสีเข้มมากขึ้น อาจเรียกเทคนิคนี้ว่า iron-acetocarmine วิธีเติมเหล็กให้กับสีใช้เข็มเขี่ยปลายสนิมจุ่มในน้ำสีก็มีผล นอกจากสี acetocarmine แล้วยังมีสีประเภทอื่น ๆ ใช้ย้อมเซลล์พืชได้ในการเตรียมสีดังนี้

1. aceto-carmine

อุ่น 45% acetic acid ที่ร้อนละลายสี carmine ลงไป โดยใช้อัตราส่วน 1 กรัมของ carmine ในกรด acetic 200 มล. ต้มให้เดือดนาน 1-2 นาที หรือ จนกระทั่งสีแดงของ carmine เปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มขึ้น จากนั้นปล่อยให้เย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง อาจใช้วิธีต้มให้เดือดระเหยเป็นไอแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำใน reflux condenser นาน 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นแล้วกรอง เก็บสารละลายนี้ในที่เย็นและมืด

2 . สี Lacto-propionic orcein

ใช้สี Lacto-propionic orcein แทน aceto-carmine ได้เช่นกัน วิธีเตรียม ผสม 1 กรัม ของ orcein + ส่วนผสมของ lactic acid 50 มล. และ propionic acid 50 มล. ทำที่อุณหภูมิห้อง ปล่อยให้ผง orcein ละลายใช้เวลาตลอดคืนแล้วกรอง เตรียม working solution : เจือจาง ให้ได้ 45%-60 %ของ stock solutionในน้ำแล้วกรอง เก็บสีไว้ในที่เย็นและมืดสามารถใช้ได้เป็นเวลาหลายเดือน

3. การเตรียมสี aceto-orcein

อุ่น glacial acetic acid แล้วละลายสี orcein ลงไปใช้ 2.2 กรัม ในกรด 100 มล. จากนั้นปล่อยให้สีเย็นแล้วเก็บเป็น stock solution ก่อนจะใช้ต้องทำกรดให้เจือจางเป็น 45% ในน้ำแล้วกรอง นิยมใช้สี aceto-orcein ย้อมเซลล์สัตว์

4. การเตรียมสี alcoholic-hydrochloric-acid carmine

alcoholic-hydrochloric-acid carmine ย้อมเซลล์พืชโดยจะให้ความแตกต่างระหว่างไซโตพลาสซึมและโครโมโซมอย่างชัดเจน วิธีการเตรียมดั้งนี้ ผสมกรด HCl (เข้มข้น 1 มล.) ในน้ำกลั่น 15 มล. แล้วใช้ 4 กรัมของ carmine ละลายลงไปในน้ำกรดนี้ จากนั้นนำสารละลายสีและกรดนี้ตั้งไฟให้ร้อนจนเดือดเบา ๆ นาน 10 นาที ปล่อยให้เย็นจึงเติม 95 มล. ของ 85% แอลกอฮอล์ลงไปกรองสีก่อนใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การย้อมสีโดย Feulgen technique

Feulgen reaction เป็นปฏิกิริยาที่ชี้ว่าส่วนใดเป็น DNA และส่วนใดมิใช่ DNA จากเทคนิคนี้ทำให้เฉพาะส่วนของโครโมโซมติดสี แต่ cytoplasm และ nucleolus จะไม่ติดสี งานทดลองนี้ทำโดย Feulgen และ Rossenbeck ในปี 1924 วิธีการเตรียมสีย้อมมีดังนี้ เทน้ำกลั่นที่เดือดแล้วขนาด 200 มล. ลงในสี basic fuhsinจำนวน 1 กรัม แล้วเขย่าภาชนะที่ใส่สารละลายลีนี้นาน 5 นาที ทำให้เย็นจนถึง 50 แล้ว กรองใส่ขวดที่แสงผ่านไม่ได้หรือขวดฝาปิดสีชา เติม 30 มล. ของกรด HCl ลงไป จากนั้นเติม 3 กรัมของ sodium หรือ potassium metabisulphite ($Na_2S_2O_5$or $K_2S_2O_5$) เก็บสีไว้ในที่เย็นและมืด ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีแดงแสดงว่าสีเก่าเกินไปไม่เกิดผลในการย้อม fuchsin solution ที่เตรียมได้ใหม่จะไม่มีสี

วิธีการย้อมสีเซลล์ด้วย Feulgen reaction นำปลายรากที่ fix ไว้เรียบร้อยแล้งมาแช่ใน 10% HCl ที่เย็น (เตรียม HCl conc :น้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 :9) คอยจมส่วนรากจมในกรดดังกล่าว จึงย้ายมาแช่ใน 10% HCl ที่อุ่น 60°C ปล่อยให้ hydrolyze นาน 25 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง แช่ปลายรากใน fuchsin solution นาน 20-30 นาที เมื่อต้องการจะตรวจดูโครโมโซมให้เตรียมรากบนสไลด์ หยด 40% acetic acid ลงไป แล้วบดขยี้เซลล์ให้ราบโดย squash technique

ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของโครโมโซมและมีบทบาทต่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์ของเซลล์ (นิตย์ศรี, 2541)

1.โคลซิซีน (colchicine) เป็นสารแอลคาลอยด์ซึ่งทำหน้าที่ขัดขวางการแบ่งเซลล์โดยยับยั้งการสร้างสปินเดิลไฟเบอร์ ทำหน้าที่ดึงเซนโทรเมียร์ไปยังขั้วของเซลล์ โครโมโซมจึงหยุดอยู่ที่ระยะเมทาเฟสซึ่งเป็นระยะที่โครโมโซมหดสั้นสุด แต่ไม่มีผลต่ออัตราการแบ่งของโครโมโซม จึงเป็นสารที่นิยมทำหน้าที่เป็น pretreat ในการศึกษาโครโมโซม

2.สารเคมีที่ใช้ในการทำ pretreatment อีกประเภทหนึ่ง ที่ทำให้โครโมโซมหดตัว แช่ตัวอย่างพืช เช่น ราก ในสาร pretreat กลุ่มนี้ได้แก่ α -bromonapthalene, 8-hydroxyquioline มีผลคล้ายโคซิซีน

3.การลดปริมาณของสารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์โครมาทินอาจจะมีผลต่อขนาดของโครโมโซม เซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวค่อนข้างถี่จะมีโครโมโซมขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่มีระยะอินเตอร์เฟสค่อนข้างยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.สารอาหารต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเซลล์ มีผลต่อขนาดโครโมโซมด้วย เช่น ฟอสเฟต ที่ความเข้มข้นสูงๆ จะทำให้โครโมโซมมีขนาดใหญ่กว่าโครโมโซมที่เลี้ยงในน้ำหรือมีฟอสเฟตน้อย

5.อุณหภูมิ มีผลต่อขนาดโครโมโซมเช่นกัน เซลล์ที่มีการแบ่งตัวในที่มีอุณหภูมิต่ำๆ จะมีขนาดสั้น และมีการหดตัวของโครโมโซมมากกว่าเซลล์ที่มีการแบ่งตัวในที่มีอุณหภูมิสูงๆ

ในการเตรียมสไลด์เพื่อการศึกษารูปร่างและจำนวนโครโมโซม จำเป็นต้องทำให้โครโมโซมมีขนาดสั้นและมีการกระจายของโครโมโซม โดยทั่วไปนิยมใช้สารเคมีในการทำ pretreatment ร่วมกับการบ่มที่อุณหภูมิต่ำๆ ด้วย จะช่วยลดระยะเวลาที่ต้องแช่สารเคมีสั้นลง

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดิเรก (2537) ผลของจำนวนโครโมโซมต่อลักษณะทางสัณฐานของเยอบีร่า พันธุ์ขาวใบจักร เทอร์รานีวาลิส เทอร์รามอนซา และเทอร์ราพาเรด ในอาหาร MS ปรากฏว่าต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่มีโคลซิซินผสมอยู่ 0.4 เปอร์เซนต์เป็นเวลา 5 วัน ทำให้เยอบีร่ามีโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว คือ 2n =4n = 100 ต้นเยอบีร่าที่มีโครโมโซมเพิ่มขึ้นจะมีใบหนา สีเขียวเข้ม และขนาดของปากใบใหญ่กว่าปกติ แต่เจริญเติบโตไม่ค่อยดี แตกหน่อน้อย ดอกมีสีเขียวเข้ม กลีบดอกกว้างและยาวกว่าปกติ

ปกขวัญ และคณะ (2530) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชในสกุล *Ocimum* 3 ชนิด คือ แมงลักไทย (*Ocimum americanum* Linn. Syn.), O.*americanum* Linn. และ *O.canum* ims จากอินโดนีเซียพบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 64, 2n = 72 และ 2n = 66 ตามลำดับ

ประวัติ (2526) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมจากปลายรากกล้วยทั้งกล้วยป่าและกล้วยปลูกจำนวน 30 เชื้อพันธุ์ โดยวิธี squash พบว่ากล้วยป่าเบอร์ 1 กล้วยป่าเบอร์ 3 กล้วยอ่างขาง กล้วยแข้ กล้วยไข่ กล้วยตานี กล้วยไข่โบราณ กล้วยทองขี้แมว กล้วยป่าเบอร์ 22 กล้วยไลและกล้วยหมาก มีโครโมโซม 2n = 22 กล้วยคร้าว กล้วยนิ้วมือนาง กล้วยน้ำกาบดำ กล้วยกุ้งเขียว กล้วยน้ำ กล้วยตีบ กล้วยเล็บช้างกุ กล้วยตีบดำ กล้วยขมเบา กล้วยขมหนัก กล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยกุ้ง กล้วยคลองจัง กล้วยพม่าแหกคุก กล้วยนางกลาย กล้วยหอมเตี้ย กล้วยน้ำว้าค่อมและไข่บอง มีโครโมโซม 2n = 33 กล้วยเทพรส มีโครโมโซม 2n = 44

ผ่องพรรณ และคณะ (2538) ศึกษาจำนวนโครโมโซมของมะตูมโดยการย้อมสีออร์ซีน(orcine) เก็บรากตัวอย่างเมื่อเวลา 10.30 น. สังเกตกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 2n=14 รูปร่างโครโมโซมเป็นแบบ เมทาเซนตริก (metacentric chromosome) คือ มีเซนโทเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางทำให้แขนของโครโมโซมสองข้างเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาสนา (2527) จากการศึกษาลักษณะภายนอกและภายใน การเจริญเติบโต จำนวนโครโมโซม และลักษณะเรณูของพืชในสกุลบัวหลวง และผลจากการศึกษาจำนวนโครโมโซมพบว่า โครโมโซมของบัวหลวง 6 พันธุ์คือ บุณฑริก ปทุม สัตตบุษย์ สัตตบงกช ปักกิ่งขาว และปักกิ่งชมพู มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2n = 16

ศิริพรและฉันทนา (2540) การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาลาภจากเซลล์ปลายราก พบว่าวิธีการที่ได้ผลดี คือ การเก็บตัวอย่างรากเวลา 9.00 นาฬิกา หยุดวงจรชีพด้วย para-dichorobenzene นาน 4 ½ ชั่วโมง แยกเซลล์ใน HCl 1 N นาน 5 นาที แล้วย้อมด้วยสี carmine fuchsin นาน 1 ชั่วโมง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าว่านมหาลาภมีจำนวนโครโมโซม 2n = 68

ศิริศักดิ์ (2542) การตรวจสอบโครโมโซมปลายรากบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ โดยใช้ accetocarmine squash methods เก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 8.30-11.0 นาฬิกา หยุดวงชีพเซลใน 8-hydroxyquinoline นาน 7 ชั่วโมง แช่ด้วย 1M HCl นาน 20 นาที ย้อมด้วยสี aceto ocein นาน 5 นาที พบว่าโครโมโซมที่นับได้คือ 2n = 16

สาริณี (2537) ได้ทำการทดลองนับโครโมโซมรากของต้นกล้วยไม้หวาย *Dendrobium superbiens* ดิพลอยด์และออลโลเตตราพลอยด์ ต้นละ 10 เซลล์ หยุดวงชีพเซลล์ด้วย 1- bromonathlene นาน 5-6 ชั่วโมง แช่ด้วย hydrolyse ในกรดเกลือ 1N นาน 10 นาที ย้อมด้วยสี aceto orcein พบว่าดิพลอยด์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 38 และออลโลเตตราพลอยด์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 76

สุณิสา และคณะ (2543) จากการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของโครโมโซมข้าว 5 พันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มข้าวขาว (ข้าวเหนียวสันป่าตองและหอมมะลิ 105) กับกลุ่มข้าวเหนียวดำ (ดำดอยสะเก็ด , CMUcol.2 และ CMUcol.3) พบว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2n = 24 แต่มีขนาดและชนิดของโครโมโซมเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละพันธุ์ โดยมีวิธีการศึกษาโดยการหยุดวงชีพของเซลล์รากด้วย para-dicrorobezene ล้างด้วยน้ำกลั่นนำรากแช่ไว้ในน้ำยารักษาสภาพเซลล์ (ethnyl alcohol 95% และ acetic acid เข้มข้น ในอัตรา 3:1) 5 นาที แยกเซลล์ออกจากกันแช่รากในกรดไฮโดรลิก 1N ที่ 60° C นาน 10 นาที และย้อมด้วยสี carbol funchsin นาน 5 ชั่วโมง

อัมพิกา (2527) ได้ศึกษาโครโมโซมของท้อ 9 พันธุ์ พบว่ามีจำนวนโครโมโซมเป็นดิพลอยด์เท่ากับ 16 โครโมโซมมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถแยกความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาแต่ละพันธุ์ได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุษณีย์ (2531) ศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอก และจำนวนโครโมโซมของกีวีฟรุต 6 พันธุ์ ประกอบด้วยเพศผู้ 2 พันธุ์คือ Tomuri และ Matua เพศเมีย 4 พันธุ์ คือ Brouno, Abbott, Monty และ Hayward ที่ปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ. เชียงใหม่ โครโมโซมของกีวีฟรุตที่ทำการศึกษาพบว่า กีวีฟรุตทั้ง 6 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือประมาณ 2n = 166 โดยมีขนาดเล็กมาก จนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาออกจากกันได้

Moore, R.J.(1972) ได้ทำการรวบรวมผลงานวิจัยจำนวนโครโมโซมของพืชชนิดต่างๆ โดยแบ่งเป็น division และเจาะลึกเป็นบางพันธุ์ของพืช พบว่าพืชในตระกูล Araceae ซึ่งเป็นตระกูลของ Syngonium มีผู้วิจัยไว้ว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้น Syngonium (ภาพที่ 1)
2. สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาโครโมโซม
   (1) 8-hydroxyquinoline เข้มข้น 0.002 M
   (2) ethyl alcohol เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์
   (3) glacial acetic acid
   (4) acetic acid เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์
   (5) carmine
   (6) น้ำกลั่น
3. กล้องจุลทรรศน์ MICROSCOPE ยี่ห้อ Olympus รุ่น BH-2 สไลด์และ กระจกปิด สไลด์
4. กล้องถ่ายรูป และอุปกรณ์ถ่ายรูป

วิธีการ

1. คัดเลือกต้น Syngonium ในกระถาง ที่เพาะเลี้ยงไว้ ที่มีลักษณะแข็งแรงสมบูรณ์

2.การเก็บตัวอย่างใช้มีดที่คมตัดปลายรากที่กำลังเจริญเติบโตให้ห่างจากปลายราก 1 เซนติเมตร ช่วงเวลาที่ทำการเก็บ 9.00-10.00 น. นำไปล้างน้ำให้สะอาด เช็ดดินที่ติดมาออกให้หมด

3. การเตรียม pretreatment โดยใช้สาร 8-hydroxyquinoline ที่ความเข้มข้น 0.002 M ในน้ำ เพื่อให้ละลายดีใช้วิธีอุ่นใน 60° C เป็นเวลานาน 10-15 นาที บางครั้งอาจนานถึง 1 ชั่วโมงจึงจะละลายหมด หยุดวงชีพของเซลล์โดยนำปลายรากมาแช่ใน 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 M. นาน 4 - 6 ชั่วโมง ในตู้เย็นเพื่อทำการทดลองต่อไป

4. การเตรียมน้ำยา Fixation and Storage โดยใช้สูตร Carnoy's fluid ประกอบด้วย alcohol glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 รักษาสภาพเซลล์ โดยแช่ในรากไปแช่ในสารละลาย 1N HCl solution นานประมาณ 5 นาที ที่อุณหภูมิ จากนั้นเทสารละลายทิ้งแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น

5. การเตรียมสีย้อมโดยใช้สูตร aceto-carmine ทำได้โดย อุ่น 45% acetic acid ที่ร้อนละลายสี carmine ลงไป โดยใช้อัตราส่วน 1 กรัมของ carmine ในกรด acetic 200 มล. ต้มให้เดือดนาน 1-2 นาที หรือ จนกระทั่งสีแดงของ carmine เปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มขึ้น จากนั้นปล่อยให้เย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง ย้อมสี aceto-carmine แช่ตัวอย่างรากในสีนานประมาณ 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำปลายรากมาตัดเอาเฉพาะเนื้อเยื่อเจริญ (apical meristem) หยดสี acetocarmine กดปลายรากด้วยเข็มแบน ให้เยื่อจะเจริญกระจายทั่ว ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ใช้ปลายดินสอเคาะ เบา ๆ เพื่อที่จะให้เซลล์ที่จะศึกษากระจายไปทั่ว นำไปลนไฟอ่อน ๆ แล้วกดกระดาษซับรองพื้น

7.นำแผ่นสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เลือกเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียส ในระยะเมตาเฟสที่มีการกระจายตัวของโครโมโซม แล้วบันทึกผลการทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มการทดลอง เดือน พฤศจิกายน 2543
สิ้นสุดการทดลอง เดือน กุมภาพันธ์ 2544

สถานที่ ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 ต้นเงินไหลมา *Syngonium podophyllum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองนับจำนวนโครโมโซมของ Syngonium จากเซลล์ของปลายรากโดยวิธี squash พบว่า การเก็บตัวอย่างปลายรากนั้น ปลายรากที่สามารถจะนำไปศึกษาโครโมโซมได้ชัดเจนและสะดวกต่อการทดลอง คือ ปลายรากของต้นที่มีความแข็งแรง เป็นรากแขนง ปลายรากมีสีขาวขุ่น ขนาดสมบูรณ์ ปลายรากที่พบว่ามีการแบ่งตัวของเซลล์เป็นปลายรากที่มีสีเหลืองอ่อนบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ คือ บริเวณจากปลายรากเข้ามา 3 - 5 มิลลิเมตร ช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการศึกษาโครโมโซม คือ เวลา 9.00 – 10.00 นาฬิกา การหยุดวงชีพเซลในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ที่ความเข้มข้น 0.002 M ควรแช่รากไว้นานประมาณ 4-6 ชั่วโมง การรักษาสภาพเซลล์ในน้ำยา Fixative (alcohol 95 % + acetic acid) ควรใช้เวลาประมาณ 5 นาที การแยกเซลล์ในสารละลาย HCl ใช้เวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 60 °C การย้อมสีเนื้อเยื่อปลายราก พบว่า การแช่ปลายรากในสี acetocarmine เป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จะช่วยให้เนื้อเยื่อปลายรากติดสีเข้ม และทำให้โครโมโซมติดสีเข้มสามารถเห็นโครโมโซมได้ชัดเจน (ภาพที่ 2,3)

ในการศึกษาโครโมโซม เมื่อพบเซลล์ที่มีการแบ่งตัว เลือกเซลล์ที่มีรูปร่างปกติ เห็นขอบเขตของเซลล์ชัดเจน เป็นเซลล์ที่อยู่ห่างไกลจากเซลล์ข้างเคียงและมีโครโมโซมกระจายตัวไม่ซ้อนทับกัน นับจำนวนโครโมโซมซึ่งอยู่ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซล ใช้จำนวนเซลล์เพื่อยืนยันอย่างน้อย 10 เซลล์ต่อราก และทำการศึกษาจากปลายราก ต้นละ 3 ราก ให้ได้จำนวน 300 เซลล์ โดยทำการทดลอง 10 ต้น หลังจากนั้นบันทึกภาพโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ผลการตรวจนับจำนวนโครโมโซมปลายรากของ Syngonium พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 (ตาราง ที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

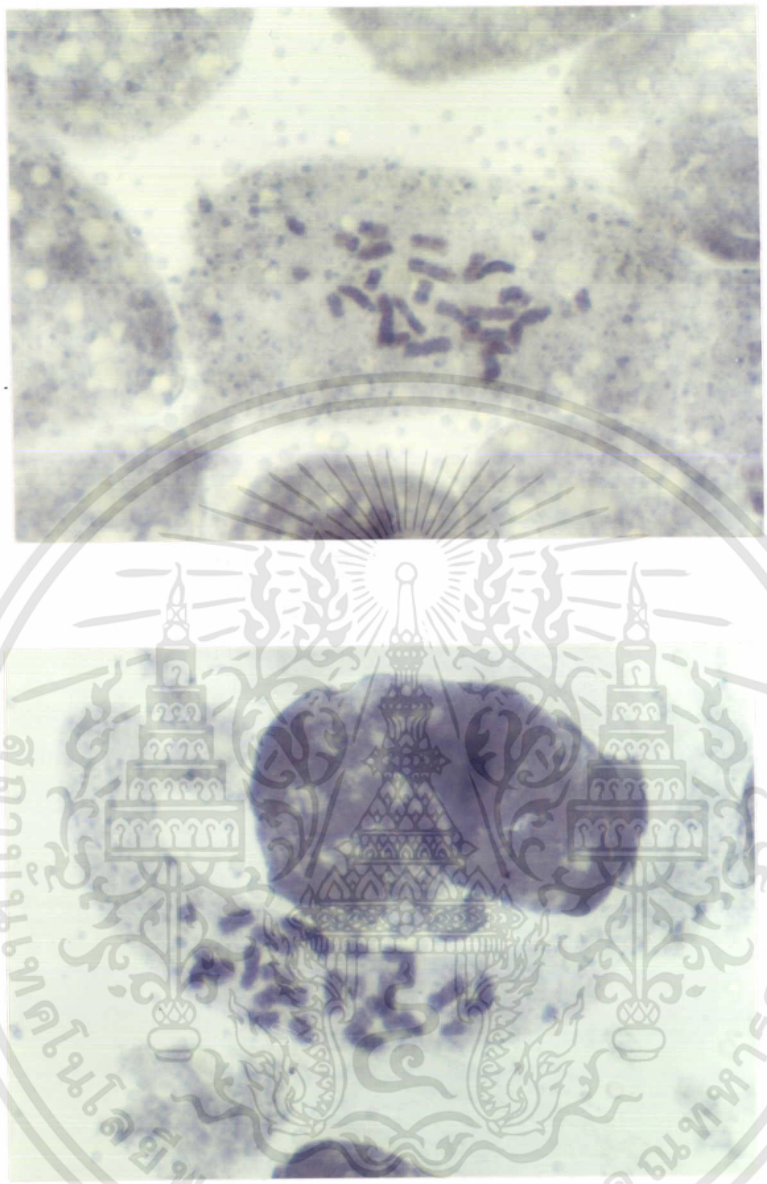
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 1 แสดงเวลาที่เหมาะสมและจำนวนโครโมโซมที่นับได้

ต้นที่	เวลา	รากที่	จำนวนโครโมโซมที่นับได้ (2n)
1	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
2	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
3	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
4	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
5	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
6	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
7	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
8	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
9	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24
10	9.00 - 10.00 น.	1 , 2 , 3	24, 24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24 ,24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41718



ภาพที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมของ *Syngonium podophylum* 2n=24 ถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 แสดงจำนวนโครโมโซมของ *Syngonium podophylum* 2n=24 ถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

โครโมโซมมีการติดสีที่ชัดเจนและหดตัวเป็นแท่งสั้นๆ กระจายทั่วบริเวณกลางเซลล์ มีบางแท่งที่ทับกันบ้างหรือเห็นไม่ชัดเจน ต้องใช้เทคนิคในการปรับโฟกัสของกล้องจุลทรรศน์เข้าช่วยในการนับ แต่หากได้ภาพที่เห็นโครโมโซมชัดเจนก็จะทำการบันทึกภาพ จากการนับโครโมโซมของปลายรากตัวอย่างที่เก็บในเวลา 9.00-10.00 น. จำนวน 10 ต้น ต้นละ 3 ราก นับรากละ 10 เซลล์ ดังตารางที่ 1 โดยวิธีการ pretreatment ด้วยสารละลาย 8-hydroxyquinoline ที่ความเข้มข้น 0.002 M เป็นเวลา 4 – 6 ชั่วโมง จากนั้น fixative เป็นเวลา 10 นาที แต่จากการทดลองใช้เวลา 5 นาที แล้วย้อมสีด้วย acetocamine เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจะช่วยให้โคโมโซมของ syngonium ติดสี และนำสไลด์ที่เตรียมได้ตรวจหาโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบจำนวนโครโมโซม 2n = 24 ซึ่งมีจำนวนสอดคล้องกับ พืชชนิดอื่นในวงศ์ Araceae Moore ,R.J. (1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ. 2539. **ไม้ประดับมงคล.** บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์ จำกัด. กรุงเทพฯ

ดิเรก ตนพยอม. 2537. " ผลของจำนวนชุดโครโมโซมต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของเยอบีร่า " .วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตย์ศรี แสงเดือน. 2541. **พันธุศาสตร์พืช.** ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

นฤมล ประสารไมตรี. 2535. **ไม้กระถาง.** เฟื่องฟ้าเนอสเซอรี. เชียงใหม่

ประชิด วามานนท์. 2523. **วารสารพืชสวน** ปีที่ 15 ฉบับที่ 4. สโมสรพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. กรุงเทพฯ

ปกขวัญ หุตางกูร,บุศบรรณ ณ สงขลา และสุมิตรา คงชื่นสิน. 2530. " การตรวจสอบจำนวนโครโมโซมใน *Ocium* spp.บางชนิดเพื่อการศึกษาทางอนุกรมวิธาน ". รวมผลงานวิชาการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 5 . มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่.

ประวัติ สมเป็น. 2526. "โครโมโซมของปลายรากกล้วย ". วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผ่องพรรณ จรัสจินดารัตน์ ,วีรินทร์ อันทะแจก และอุดมลักษณ์ นิลศิริ. 2538. **งานวิจัยเรื่องจำนวนโครโมโซมมะตูม.** วิทยาลัยเกษตรมหาสารคาม.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2536. **พันธุศาสตร์.** ไทยวัฒนาพาณิช, กรุงเทพฯ.

วาสนา มิตรานนท์. 2527. "การศึกษาลักษณะของพฤกษาศาสตร์ของสกุลบัวหลวง(*Nelumbo* Adans.)ในประเทศไทย ".วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2536. **พันธุศาสตร์.** เจ้าพระยาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ศิริพร หาญนันทวิวัฒน์ และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2540. " การศึกษาโครโมโซมว่านมหาลาภ ". **วารสารเกษตร**, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริศักดิ์ สุนทรยาตร. 2542. " ผลของรังสีต่อการกลายพันธุ์ของบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ในสภาพปลอดเชื้อ ". วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาริณี ไชยเจริญ. 2537. "การศึกษาจำนวนโครโมโซมกล้วยไม้หวาย" มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุณิสา สุนะรินทร์, ดำเนิน กาละดี และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2543 . " สัณฐานวิทยาของโครโมโซมข้าว 5 พันธุ์ ". วารสารเกษตร 16(1): 46-52.

อมรา คัมภิวานนท์. 2540. พันธุศาสตร์ของเซลล์. เท็กซ์แอนเจอร์นัลพับลิเคชั่น, กรุงเทพฯ

อฤชร พงษ์ไสว. 2541 . **ไม้เลื้อยประดับ**. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ

อัมพิกา ปุนนจิต. 2527. "ชีววิทยาของดอกและจำนวนโครโมโซมของท้อเก้าพันธุ์". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษณีย์ ปักษาศร.2531. "การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกและจำนวนโครโมโซมของกีวีฟรุต ". วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Moore,R.J. 1972. **Index to plant chromosome number for 1972**.Utrechi Netherlands

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้