หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

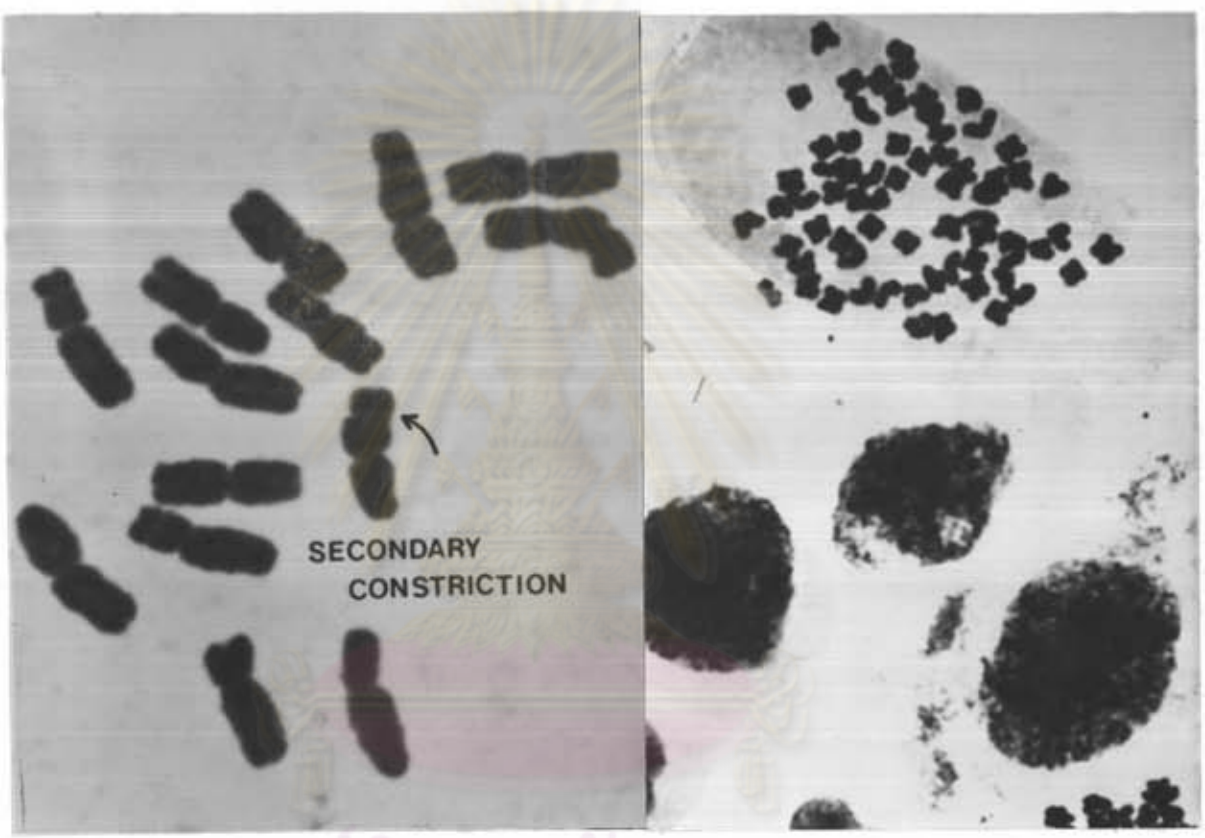
พืชดอกมีความสำคัญในแง่การให้ความสวยงามตามธรรมชาติ ที่มนุษย์ปัจจุบันต้องการมาก บางชนิดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจและเป็นพืชสมุนไพร นักวิทยาศาสตร์จึงให้ความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับพืชดอกในด้านต่าง ๆ อย่างไม่หยุดยั้ง รวมทั้งศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์ อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของพืช ข้อมูลอย่างหนึ่งที่จะนำมาประกอบการศึกษาในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ ได้จากการศึกษาโครโมโซม นักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส รัสเซีย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ เดนมาร์ก ญี่ปุ่น และอินเดียเป็นต้น เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาโครโมโซมมาก จึงได้ทำการศึกษาอย่างกว้างขวางและรวบรวมผลงานไว้ในแผนที่โครโมโซม (chromosome atlas) โดยเสนอจำนวนโครโมโซมเป็น 3 แบบ ได้แก่ somatic number (2N) gametic number (N) และ basic number (X)

somatic number (2N) หมายถึงจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ประกอบด้วยโครโมโซม 2 ชุด ชุดหนึ่งมาจากพ่ออีกชุดหนึ่งมาจากแม่ เช่น คน (Homo sapiens sapiens) มี somatic number 2N=46 ว่านหางจระเข้ (Aloe vera) 2N=14 และข้าวสาลี (Triticum aestivum) 2N=42 เป็นต้น gametic number (N) หมายถึงจำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ซึ่งอาจพบในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อหรือแม่ก็ได้ gametic number ปกติมีจำนวนเป็นครึ่งหนึ่ง (haploid) ของจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเสมอ basic number (X) หมายถึงจำนวนโครโมโซมที่น้อยที่สุดที่มีรูปร่างลักษณะไม่เหมือนกันเลยใน chromosome complement และชุดของโครโมโซมที่ไม่เหมือนกันนี้ก็คือยีโนม (genome) เช่น ดิพลอยด์ (diploid 2X) มี 2 ยีโนม อาจเหมือนกันเป็น AA หรือต่างกันเป็น AB จึงบอกได้ว่าดิพลอยด์นี้มาจากต้นกำเนิด (origin) ที่เป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน เมื่อรู้จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายและจำนวน basic number ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็สามารถบอกระดับพลอยดีของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นได้ เช่น สกุล Triticum มี basic number (X)=7 เมื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ร่างกายของ Triticum 8 ชนิดพบว่า T. monococcum และ T. boeoticum มี somatic number 2N=14 แสดงว่าทั้งสองชนิดเป็นดิพลอยด์ และมียีโนมเหมือนกันคือ AA ส่วน Triticum อีก 4 ชนิดได้แก่ T. dicoccoides T. turgidum T. araraticum และ T. timopheevi มี somatic number 2N=28 จึงจัดทั้ง 4 ชนิดนี้เป็นเทเทราพลอยด์ (tetraploid 4X) และจากการศึกษายีโนมยังบอกได้ว่าทั้ง 4 ชนิดเป็นอัลโลเทเทราพลอยด์ (allotetraploid) โดย 2 ชนิดแรกมียีโนมเป็น AABB และ 2 ชนิดหลังมียีโนมเป็น AAGG ส่วน T. zhukovskyi และ T. aestivum (หรือ T. vulgare) มี somatic number 2N=42 จึงเป็นเฮกซาพลอยด์ (hexaploid

6X) แต่ทั้งสองชนิดมีจีโนมต่างกันเป็น AAGGGG (segmental allopolyploid) และ AABBDD (allopolyploid) ตามลำดับ Kihara and Tanaka (Kihara, 1982)

Stebbins (1971) พบว่าไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (tree) และขนาดกลาง (shrubby tree) จะมีค่าของ basic number ค่อนข้างสูงคือ X=11 12 13 และ 14 แต่พวกไม้พุ่ม (shrub) มีค่า basic number ต่ำกว่าคือ X=7 8 และ 9 นักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมผลการศึกษาจำนวนโครโมโซม แยกไว้เป็นหมวดหมู่มากกว่าสามหมื่นห้าพันชนิด (Darlington and Wylie, 1955; Orndruff, 1967; Bolkhovskikh, Griff, Matvejeva and Zakharyeva, 1969 and Moore, 1973) สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมน้อยมาก ส่วนใหญ่จะศึกษาในไม้พุ่มและไม้น้ำ ฉะนั้นการศึกษาจำนวนโครโมโซมในไม้ยืนต้นจึงเป็นเรื่องน่าสนใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับโครโมโซมของพืชดอกสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

โครโมโซม คือ โครงสร้างทางพันธุกรรม (heredity structure) ที่ประกอบด้วยนิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) ซึ่งเป็นที่อยู่ของหน่วยพันธุกรรม เฉพาะกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) เท่านั้นที่มีหน้าที่เก็บรักษา (storage) ถ่ายทอด (transmission)และแสดงออก (expression) ทางข้อมูลพันธุกรรม (genetic information) โครโมโซมมีขนาด จำนวนคงที่ในแต่ละเซลล์ และสามารถจำลองตัวเองได้ในช่วงอินเทอร์เฟส (inter phase) ของวงชีพเซลล์ โครโมโซมของยูคาริโอต (eukaryote) มีคุณสมบัติเฉพาะ คือ ทำปฏิกริยากับสีย้อมที่เป็นเบส (basic dye) เช่น methyl green hematoxylin basic fuchsin carmine และ orcein (Sheeler, 1983) สามารถศึกษาจำนวนและรูปร่างลักษณะของโครโมโซมจากการแบ่งนิวเคลียสทั้งไมโตซีส (mitosis) และไมโอซีส (meiosis) เพราะขณะที่มีการแบ่งนิวเคลียส รูปร่างของโครโมโซมจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าเป็นเซลล์ร่างกาย จะนับจำนวนโครโมโซมได้จากไมโตติกเมทาเฟส (mitotic metaphase) เพราะโครโมโซมระยะนี้หดสั้น มีความหนา และกระจายได้ง่าย (Mc Leish and Snoad, 1972) ดังภาพที่ 1 จำนวนโครโมโซมที่ได้จากเซลล์ร่างกายนี้เรียก somatic number (2N) ซึ่งนับได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก ใบอ่อน ใบประดับ กลีบดอก และกลีบเลี้ยง วิธีที่ใช้ศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ร่างกาย ปัจจุบันนิยมใช้วิธี Feulgen squash (Darlington and La Cour, 1966) เพราะเป็นวิธีเตรียมเซลล์ที่ได้ผลดีที่สุด มีผู้ดัดแปลงวิธี squash เพื่อให้ใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เช่น กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับความหนาของผนังเซลล์ ซึ่งเป็นสิ่งขัดขวางการซึมผ่านของสารเคมีที่ใช้เป็น pretreatment Lin (1977) จึงใช้ glusalase ละลายผนังเซลล์ทำให้เนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม ช่วยให้เซลล์แยกออกจากกัน และแผ่ออกได้ดี จึงเห็นโครโมโซมกระจายอยู่ในระนาบเดียวกัน นอกจากนี้ Sharma (1984) ยังได้ดัดแปลงวิธี squash มาใช้กับเนื้อเยื่อเจริญของใบข้าวสาลีและข้าวบาเลย์ เขาพบเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสระยะเมทาเฟสจำนวนมากกว่าวิธีเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าโครโมโซมกระจายได้ดีกว่าโครโมโซม

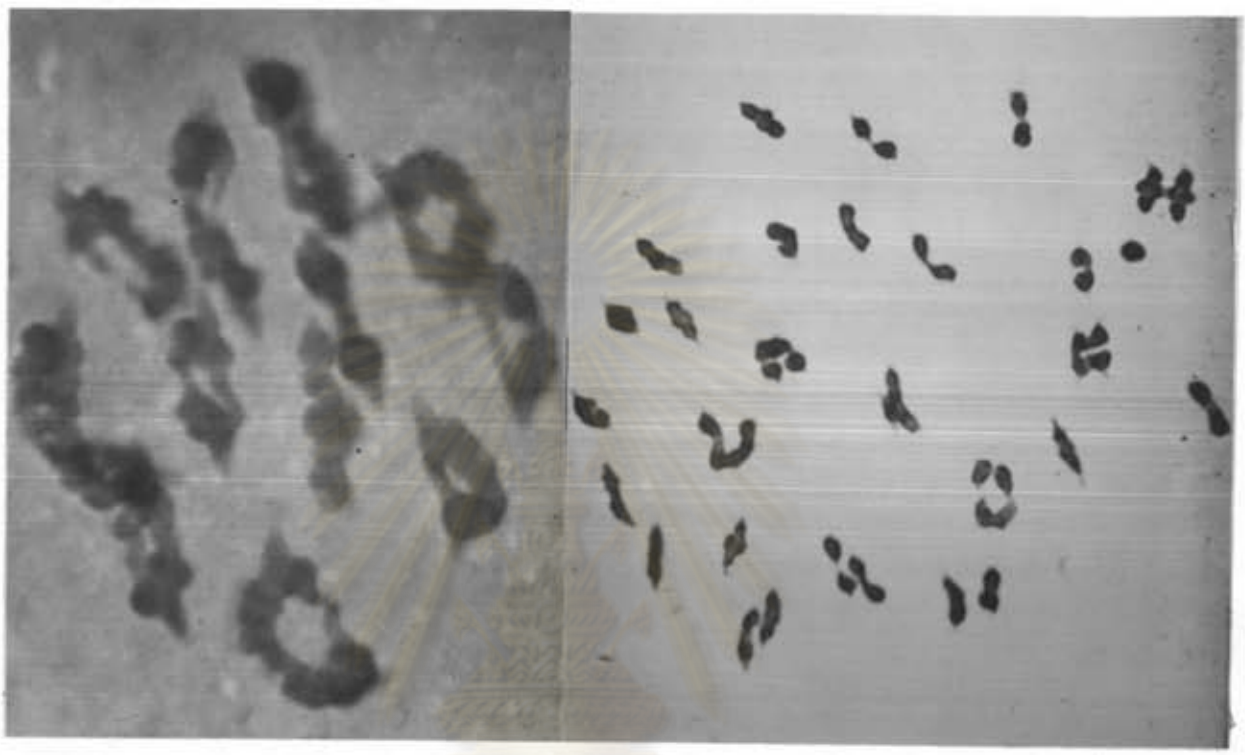


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1 แสดงโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากของ Hordeum murinum 2N=14 (ภาพซ้าย) และเซลล์ใบประดับของ Helianthus annuus 2N=68 (ภาพขวา) เซลล์ทั้งสองเตรียมได้จากวิธี acetoorcein Feulgen (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532)

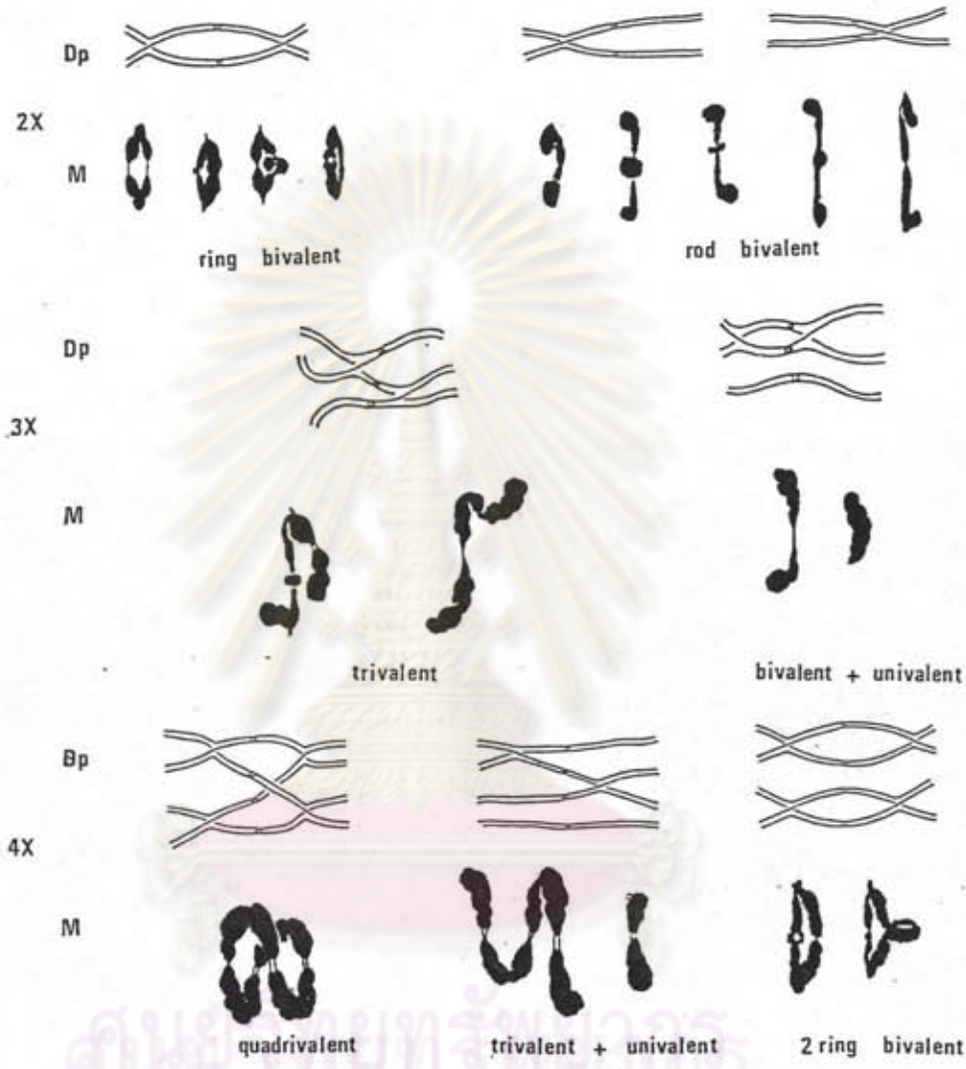
ในรากของต้นเดียวกัน วิธีเตรียมโครโมโซมจากใบยังทำได้เร็วกว่าราก และยังใช้ประโยชน์ในการตรวจหามิวเตชันแบบไคเมอรา (chimera) ได้อีกด้วย นอกจากศึกษา somatic number ในไมโตติกเมทาเฟสแล้วยังสามารถศึกษาจำนวนโครโมโซมได้จาก เยิร์มไลน์เซลล์ (germ line cell) โดยดูการจับคู่ (synapsis) ของโครโมโซมที่เหมือนกัน(homologous chromosome) ในระยะเมทาเฟสแรก(first metaphase) ของการแบ่งนิวเคลียสไมโอซีสจำนวนโครโมโซมที่ได้นิยมบอกเป็น ไบวาเลนท์ (bivalent มีโครโมโซมที่เหมือนกันสองแท่ง) และมัลติวาเลนท์ (multivalent มีโครโมโซมเหมือนกันมากกว่าสองแท่งขึ้นไป) เช่น บัวจีนดอกชมพูเล็ก (Zephyranthes rosea 2N=24) โครโมโซมจับคู่กันเป็น 12 ไบวาเลนท์ (12II=24 โครโมโซม) ส่วนทานตะวัน (Helianthus annuus 2N=68) โครโมโซมในระยะเมทาเฟสแรกจับคู่กันเป็น 7 ควอดริวาเลนท์ (quadrivalent) 1 ไทรวาเลนท์ (trivalent) 18 ไบวาเลนท์ (bivalent) และ 1 ยูนิวาเลนท์ (univalent) (7IV+1III+18II+1I=68) ภาพที่ 2 ตัวอย่างการจับคู่กันของโครโมโซมที่เหมือนกันแสดงเป็นไดอะแกรมไว้ในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 เยิร์มไลน์เซลล์ที่นำมาศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมได้มาจาก embryosac mother cell (EMC) ในออวุล (ovule) หรือ pollen mother cell (PMC)หรือไมโครสปอโรไซต์ (microsporocyte) ในอับเรณู (anther) แต่นิยมใช้อับเรณู มากกว่าออวุล เพราะภายในแต่ละอับเรณูมี PMC เป็นจำนวนมาก ส่วนออวุลแต่ละอันมี EMC เพียงหนึ่งเซลล์ การเตรียมเยิร์มไลน์เซลล์ใช้วิธี smear (Darlington and La Cour, 1966) ขั้นตอนสำคัญของการเตรียมเซลล์แบบนี้ อยู่ที่การเลือกขนาดดอกหรือขนาดของอับเรณูมาใส่ในสารเคมีที่ใช้ฆ่าเซลล์ (fixative) ดอกที่ PMC กำลังแบ่งนิวเคลียสไมโอซีสในระยะที่ใช้นับโครโมโซมได้จะมีขนาดเล็กมาก สีของกลีบดอกยังไม่เกิด ถ้าเลือกอับเรณูต้องเลือกอับเรณูที่มีสีขาวหรือสีเขียวอ่อน ขนาดของอับเรณูแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด ถ้าอับเรณูมีสีเหลือง ภายในจะพบไมโครสปอร์ (microspore) และละอองเรณู (pollen grain) ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการศึกษาการจับคู่ของโครโมโซม แต่อาจใช้ระยะไมโตติกเมทาเฟสของไมโครสปอร์ บอกจำนวนโครโมโซมได้ (gametic number =N) ภาพที่ 5 การเลือกขนาดดอกจะง่ายสำหรับไม้ดอกชนิดที่เป็นดอกช่อแบบ raceme inflorescence คือมีดอกแก่เริ่มจากข้างล่างขึ้นไปข้างบน แต่ถ้ามีดอกใดดอกหนึ่งในดอกช่อบาน ดอกตูมที่เหลือก็มักจะมีอับเรณูที่เจริญจนไม่พบ PMC ที่แบ่งนิวเคลียสในระยะไมโอติกแรก (first meiotic division) แต่จะพบ PMC แบ่งนิวเคลียสในระยะที่สอง (second meiotic division) โดยเฉพาะระยะทีโลเฟสสอง (telophase II) หรือ microspore quartet (กันยาวัตน์ ไชยสุต, 2532)

จากการศึกษาโครโมโซมในพืชพบว่า การติดสีของโครโมโซมของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไป แม้ว่าจะใช้วิธีเตรียมเซลล์แบบเดียวกัน พืชในวงศ์ Liliaceae และ Gramineae โครโมโซมติดสีง่าย ส่วนพืชในวงศ์ Malvaceae และ Onagaceae โครโมโซมติดสีได้ยากมาก (Stebbins, 1971)

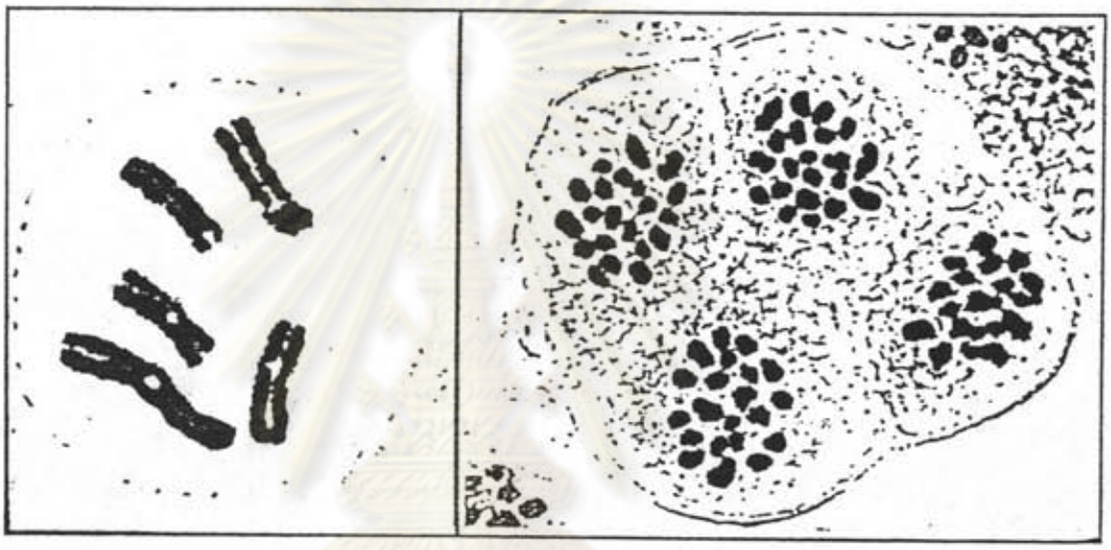


ภาพที่ 2 แสดงการจับคู่ ของโครโมโซมในระยะเมทาเฟสแรก ของบัวจีนดอกชมพูเล็ก (Zephyranthes rosea) 2N=24 ประกอบด้วย 12 bivalent และ ทานตะวัน (Helianthus annuus) 2N=68 ประกอบด้วย 7 quadrivalent+1trivalent +18bivalent+1univalent (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532)

ภาพที่ 3 ไดอะแกรมแสดงการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันในระยะ first metaphase แบบต่าง ๆ bivalent(II) trivalent(III) quadrivalent(IV) sexivalent (VI) และ octavalent (VIII) ส่วนโครโมโซมที่ไม่มีการจับคู่อยู่ในสภาพ univalent (I) (ดัดแปลงจาก Darlington, 1965)



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมแสดงการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันในระยะ diplotene (Dp) และ first metaphase (M) ของ diploid (2X) triploid (3X) และ tetraploid (4X) (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532 ดัดแปลงจาก Darlington, 1965 และ Riley, 1967)



ภาพที่ 5 แสดงโครโมโซมชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการเตรียมเซลล์ แบบ smear ภาพซ้ายคือ microspore ระยะ mitotic metaphase ของ Trillium erectum (N=5) ภาพขวาคือ microspore quartet ของ Orchis purpurea (N=21) (Brown, 1972 และ กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532)

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก บางชนิดมีโครโมโซมเพียง 2 แท่งในเซลล์ร่างกายได้แก่ Geratic hermaphoditus ส่วน Ophioglossum reticulatum มีจำนวนโครโมโซมถึง 1260 แท่ง พืชบางชนิดที่เป็นพอลิพลอยด์พบว่ามีจำนวนชุดของโครโมโซมสูงได้ถึง 42 ชุด สัตว์แต่ละชนิดก็พบว่า มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมากเช่นเดียวกับพืช คือ Ascaris megalocephala มี somatic number = 4 แต่ผีเสื้อ Lycaenid (Lysandra atlantica) จากเทือกเขาแอทลาสมีโครโมโซม 446 แท่ง (ดิพลอยด์) (Ninan, 1958; Sinha and sinha, 1982) นอกจากนี้ยังพบว่าในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเฉลี่ยระหว่าง 10-100 แท่ง แต่สิ่งมีชีวิตพวกที่มีโครโมโซมขนาดใหญ่มีจำนวนโครโมโซมเฉลี่ยระหว่าง 10-24 แท่ง ส่วนสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมขนาดเล็กจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันไป เช่น ในราและมอสมีจำนวนโครโมโซมน้อย แต่สัตว์ในวงศ์ decapod crustaceae มีจำนวนโครโมโซมมาก (Brown, 1972) ในพืชดอก พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2N=4-264 (Moore, 1976) พืชดอกที่มีจำนวนโครโมโซมน้อยที่สุด อยู่ในวงศ์ Compositae คือ Haplopappus gracilis ในอเมริกาเหนือ และ Brachycome lineariloba ในออสเตรเลียมีจำนวนโครโมโซม 2N=4 และ X=2 (White, 1972) พืชดอกที่มีจำนวนโครโมโซมมากที่สุดคือหญ้า (Poa litorosa) ในประเทศนิวซีแลนด์ 2N=263-265 และ X=7 ระดับพลอยดี = 38 (Hair and Beuzenberg, 1961)

การศึกษาโครโมโซมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น อนุกรมวิธาน เซลล์พันธุศาสตร์ การหาสายสัมพันธ์และวิวัฒนาการระหว่างสิ่งมีชีวิต และใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์

ประโยชน์ในด้านอนุกรมวิธาน

De Robertis and De Robertis (1980) กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันนอกจากมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันแล้ว ยังมีรูปร่างลักษณะของโครโมโซมเหมือนกันอีกด้วย ซึ่งสามารถนำความรู้นี้มาช่วยในการจัดกลุ่มของพืชในลำดับ (taxon) ต่าง ๆ ได้ถูกต้องแน่นอนกว่าที่ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียว Stebbins (1950) พบว่า โดยทั่ว ๆ ไป พันธุ์ไม้ที่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสัมพันธ์กัน จะมีรูปร่างลักษณะโครโมโซมสัมพันธ์กันด้วย เขาได้ศึกษาพืชดอกชนิดต่าง ๆ แล้วสรุปว่า พืชดอกที่มีเนื้อไม้ (woody plants) มีโครโมโซมจำนวนมากแต่โครโมโซมมีขนาดเล็ก ส่วนพืชดอกที่เป็นพืชล้มลุก (herbaceous plants) มักจะมีโครโมโซมขนาดใหญ่และมีจำนวนน้อย

ประโยชน์ในด้านเซลล์พันธุศาสตร์

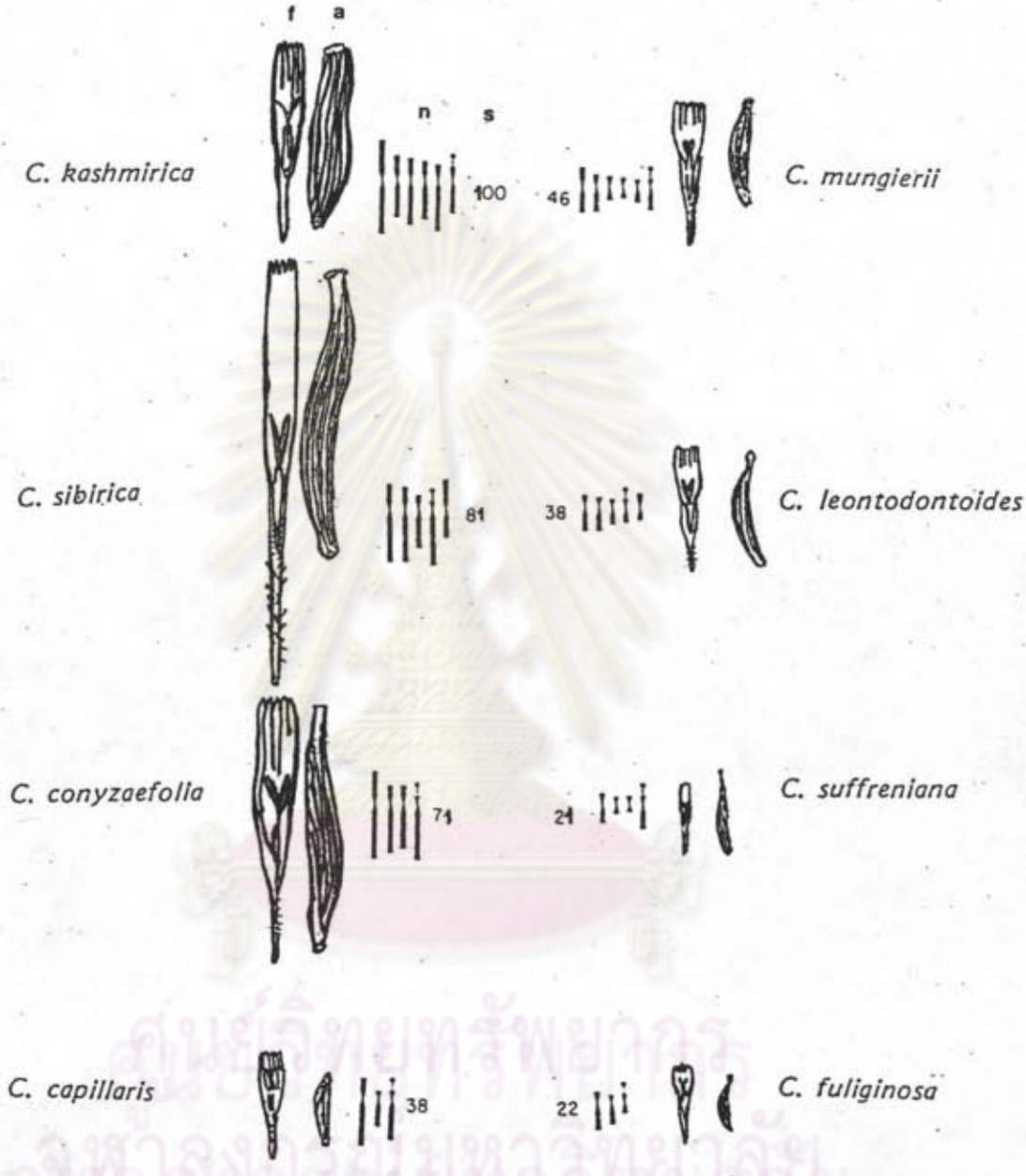
จากการเตรียมสไลด์แบบ squash สามารถศึกษารายละเอียดของโครโมโซมแต่ละแท่งใน chromosome complement ได้ แล้วนำมาจัดทำคาริโอไทป์ (karyotype) ส่วนการเตรียมสไลด์แบบ smear ช่วยในการศึกษารูปร่างลักษณะการจับคู่ของโครโมโซม (meiotic configuration) ทำให้รู้ถึงระดับพลอยดี และสามารถทำนายการเจริญพันธุ์ (fertility) ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นได้ถ้าการเจริญพันธุ์นั้นมีความสัมพันธ์กับโครโมโซมนอกจากนี้จำนวนโครโมโซมและการผสมระหว่างสายพันธุ์ สามารถนำมาใช้ วิเคราะห์ชุดของโครโมโซม (genome analysis) เพื่อหาต้นกำเนิดของสายพันธุ์ได้ เช่น Kihara and Tanaka (Kihara, 1982) ศึกษาพืชในสกุล Triticum X=7 แล้วแบ่งพืชสกุลนี้ตามยีโนมและจำนวนโครโมโซมเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรก Eikorn เป็นดิพลอยด์ ได้แก่ T. boeoticum (2X=14) และ T. monococcum (2X=14) กลุ่มที่สอง Emmer wheat เป็นเททราพลอยด์ (4X=28) ได้แก่ T. dicoccoides (4X=28) และ T. turgidum (4X=28) กลุ่มที่สาม Timopheevi wheat ประกอบด้วยเททราพลอยด์และเฮกซาพลอยด์ พวกที่เป็นเททราพลอยด์ ได้แก่ T. araraticum (4X=28) และ T. timopheevi (4X=28) ส่วนพวกเฮกซาพลอยด์ ได้แก่ T. zhukovskyi (6X=42) กลุ่มสุดท้าย Common wheat มีอยู่ชนิดเดียวคือ T. aestivum (T. vulgare 6X=42) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ เมื่อนำพืชในสกุล Triticum ทั้งสี่กลุ่มมาผสมกัน นับจำนวนโครโมโซมและดูการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันในลูกผสมทำให้สามารถบอกชุดของยีโนมและสรุปสายสัมพันธ์ของ Triticum spp. ได้ โดยกลุ่ม Einkorn มีชุดของโครโมโซมเป็น AA กลุ่ม Emmer wheat มีชุดของโครโมโซมเป็น AABB กลุ่ม Timopheevi wheat มีชุดของโครโมโซมเป็นสองแบบคือ พวกที่มีโครโมโซม 2n = 28 มีชุดของโครโมโซมเป็น AAGG แต่พวกที่มีโครโมโซม 2n = 42 คือ T. zhukovskyi มีชุดของโครโมโซมเป็น AAGGGG และกลุ่ม Common wheat คือ T. aestivum มีชุดของโครโมโซมเป็น AABBDD

ประโยชน์ในด้านการหาสายสัมพันธ์และวิวัฒนาการของพืช

Stebbins (1971) พบว่า ขนาดและจำนวนโครโมโซมจะบ่งชี้ผลผลิตของยีน คือ โปรตีนของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ซึ่งจะแสดงออกทางสัณฐานวิทยา การกระจายทางภูมิศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของพืช จะเป็นตัวบ่งชี้ แนวโน้มทางวิวัฒนาการของพืชชนิดนั้น ๆ เช่น Haplopappus gracilis (X=2) วิวัฒนาการมาจาก H. ravenii (X=4) แต่ H. gracilis ขึ้นในดินเค็มได้ดีกว่า H. ravenii (Swanson, 1981) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า พืชที่พบมากที่สุดบริเวณขั้วโลกที่มีอากาศหนาวเย็น มีจำนวนโครโมโซมมาก ซึ่งจะมีปริมาณดีเอนเอ (DNA) สูง ทำให้พืชพวกนี้ทนต่ออากาศหนาวเย็น มีอัตราเมแทบอลิซึม

(metabolism) ต่ำ และมีวงชีพยืนยาวกว่าพืชในเขตร้อน หรือเขตอบอุ่น (Pearson and Lewis, 1974)

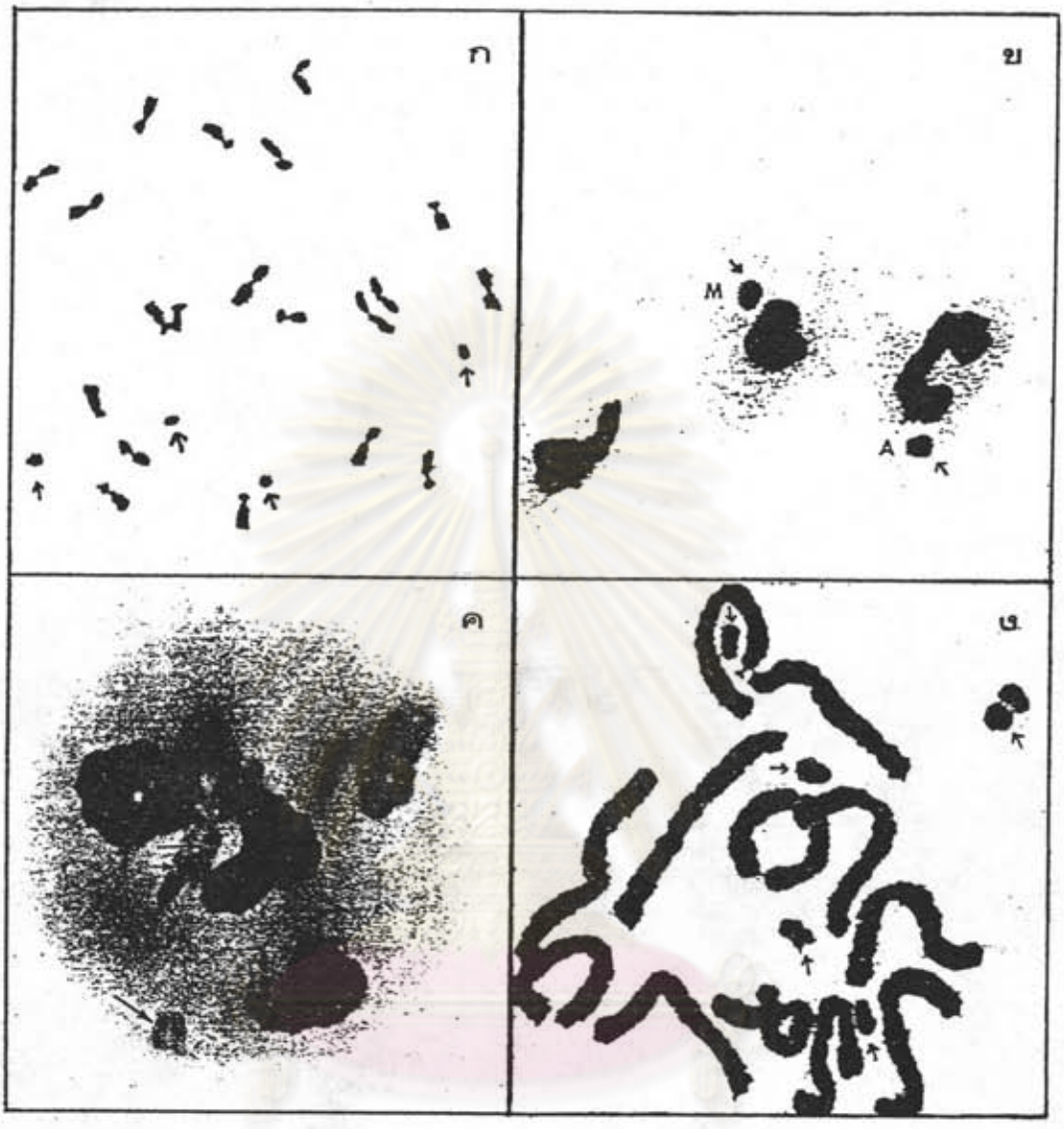
Swanson (1981) พบว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีโครโมโซมใหญ่กว่าพืชใบเลี้ยงคู่ พืชแบบดั้งเดิม (primitive) มีโครโมโซมใหญ่กว่าพืชที่พัฒนามาแล้ว (advanced) เช่นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพวก Liliales จะมีโครโมโซมใหญ่กว่า Orchidales พืชใบเลี้ยงคู่พวก Ranales ซึ่งเป็นแบบดั้งเดิมที่สุดจะมีโครโมโซมใหญ่กว่า Campanulales หรือ Compositae ในเฟิร์นดั้งเดิม Osmundaceae และ Hymenophyllaceae มีโครโมโซมใหญ่กว่า Salviniaceae ส่วน Polypodiaceae มีโครโมโซมขนาดกลาง นอกจากนี้ในช่วงที่มีวิวัฒนาการ พืชยังมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะนิสัย จากพวกที่มีเนื้อไม้เป็นพืชล้มลุก และจากพืชอายุยืนหลายฤดูปลูก (perennial) เป็นหนึ่งฤดูปลูก (annual) พวกที่มีเนื้อไม้ปกติมีโครโมโซมจำนวนมากแต่มีขนาดเล็ก พืชปลูกฤดูเดียวจะมีโครโมโซมขนาดใหญ่และจำนวนน้อย พืชในสกุลหนึ่ง ๆ มีหลายชนิดที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและถิ่นที่อยู่แตกต่างกัน พวกที่มีการพัฒนามามากกว่า จะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีความจำเพาะต่อสภาพแวดล้อมมากขึ้น และมีจำนวนโครโมโซมน้อยกว่าพวกที่ไม่พัฒนา เช่นในวงศ์ Compositae พวกที่มีเนื้อไม้และพวกไม้ล้มลุกอายุยืน (herbaceous perennial) ได้แก่ Haplopappus solidago (golden rod) Aster crysopsis (golden aster) และ Helianthus (sunflower) มี basic number X=9 ส่วนพวกที่เป็นไม้ล้มลุกขนาดกลางและไม้ล้มลุกอายุยืนในสกุล Haplopappus บางชนิดมีค่าของ basic number เป็น 6 และ 5 ส่วนพวกไม้ล้มลุกฤดูเดียว เช่น H. gracilis จะมี X=2, 3 หรือ 4 นอกจากนี้พืชในสกุล Crepis มีความแตกต่างกันในขนาดและจำนวนโครโมโซม ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะนิสัยที่มีวิวัฒนาการมา ดังภาพที่ 6 จะเห็นว่าจำนวนโครโมโซมและความยาวของโครโมโซมทั้งหมดใน chromosome complement เป็นเครื่องชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณดีเอนเอกับขนาดของดอกย่อย ขนาดของผลและลักษณะนิสัยของพืช คือ Crepis ที่จัดเป็นพืชหลายฤดูได้แก่ C. kashmirica (X=6) C. sibirica (X=5) C. conyzaefolia (X=4) และ C. mungierii (X=6) มีดอกย่อยและผลขนาดใหญ่ ยกเว้น C. mungierii อีกสองชนิดอยู่ในระหว่างวิวัฒนาการยังไม่สมบูรณ์ จะแสดงลักษณะนิสัยก้ำกึ่ง 2 ลักษณะ คือ C. leontodotoides (X=5) พบว่าขนาดของโครโมโซมลดลงกว่ากลุ่มแรก เป็นพืชล้มลุกหลายฤดูและอาจพบสองฤดู ดอกย่อยและผลมีขนาดเล็กลง และ C. capillaris (X=3) มีความยาวของโครโมโซมทั้งหมดใน chromosome complement เท่ากับ C. leontodontoides แต่จำนวนโครโมโซมลดลง เป็นพืชล้มลุกฤดูเดียวหรือสองฤดู ขนาดของดอกย่อยและผลเล็กลง ส่วน C. suffreniana (X=4) และ C. fuliginosa (X=3) เป็นชนิดที่มีวิวัฒนาการมามากที่สุด มีจำนวนโครโมโซมน้อยและขนาดของโครโมโซมเล็กที่สุด เป็นพืชล้มลุกฤดูเดียว มีดอกย่อยและผลขนาดเล็กที่สุด



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกย่อย (f=floret) ผล (a=achene) gametic number (n) และความยาวของโครโมโซมทั้งหมดใน chromosome complement (s) ของ Crepis ชนิดต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Swanson, 1981)

Sharp (1943) กล่าวว่า พืชชนิดเดียวกันอาจมีจำนวนโครโมโซมต่างกัน ซึ่งเกิดจากการขาดหรือเพิ่มจำนวนโครโมโซมก็ได้ เช่น Hyacinth orientalis ในธรรมชาติพบว่ามี somatic number = 16 แต่อาจพบต้นที่มีโครโมโซม 2N เป็น 17 19 20 21 และ 23 ได้

ในช่วงเวลาที่สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการมานั้นอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ทั้งรูปร่างและจำนวน สาเหตุที่ทำให้รูปร่างหรือโครงสร้างของโครโมโซมเปลี่ยนไปอาจเกิดมาจากเนื้อโครโมโซมบางส่วนหายไป (deletion) หรือเนื้อโครโมโซมบางส่วนเพิ่มขึ้นมา (duplication) หรือยีนบนโครโมโซมมีลำดับกลับกับลำดับเดิม (inversion) หรือเกิดการแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซมที่ไม่เหมือนกัน (translocation) หรือเกิดการแบ่งโครมาติดผิดปกติ (misdivision) จึงเกิดโครโมโซมใหม่ที่แต่ละแขนมียีนเหมือนกันและแขนยาวเท่ากัน (isochromosome) หรือเกิดการแลกเปลี่ยนส่วนของโครมาติดภายในโครโมโซมแท่งเดียวกัน (sisterchromatid exchange) ส่วนการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม อาจเกิดได้ทั้งด้านเพิ่มและลดจำนวน ในกรณีที่มีการเพิ่มจำนวนโครโมโซม อาจเพิ่มทั้งชุดของยีโนมเดิมเกิดเป็นยูพลอยดี (euploidy) หรือเพิ่มแท่งใดแท่งหนึ่งภายในยีโนมเดิมก็ได้เป็นอนิวพลอยดี (aneuploidy) หรือเพิ่มโดยมีโครโมโซมจากยีโนมอื่น ซึ่งเป็นบี-โครโมโซม (B-chromosome หรือ supernumerary chromosome หรือ accessory chromosome) บี-โครโมโซมที่พบส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก และไม่จับคู่กับโครโมโซมของยีโนมเดิม ฉะนั้นการถ่ายทอดบี-โครโมโซมจึงไม่เป็นไปตามการถ่ายทอดแบบเมนเดล มีการศึกษาใน Lilium callosum Plantago serraria และ Tradescantia grandiflorum พบว่า บี-โครโมโซมในไมโครสปอโรไซต์จะเคลื่อนที่แบบสุ่ม แต่ในเมกาสปอโรไซต์บี-โครโมโซมจะเคลื่อนที่ไปด้านไมโครไพล์ (micropyle) (Pearson and Lewis, 1974 and Moore, 1976) บี-โครโมโซมจำนวนไม่แน่นอนอาจมีได้ตั้งแต่ 1-30 แท่ง พบได้ทั้งในเซลล์ร่างกาย เยิร์มไลน์เซลล์ และเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนใหญ่บี-โครโมโซมเป็นเฮทเทอโรโครมาติน (heterochromatin) และเป็นทีโลเซนทริกโครโมโซม (telocentric chromosome) หรือไอโซโครโมโซม ปัจจุบันพบบี-โครโมโซมในไม้ดอกมากกว่า 219 สกุล 591 ชนิด (Agarwal, 1983) และนอกจากนี้ Swanson (1981) พบว่าสิ่งมีชีวิตพวกดิพลอยด์มีบี-โครโมโซมมากกว่าพอลิพลอยด์ มีการศึกษาถึงผลของบี-โครโมโซมที่มีต่อพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวฟ่าง และพืชพวกหญ้าชนิดต่าง ๆ พบว่า ถ้ามีบี-โครโมโซมจำนวนมาก จะทำให้การเจริญพันธุ์ลดลง นอกจากนี้บี-โครโมโซมใน Plantago coronapus ยังมีผลต่อการงอกของเมล็ดคือทำให้เมล็ดงอกน้อยลง ความแข็งแรงของต้นลดลง แต่ระยะเวลาของวงชีพเซลล์เพิ่มขึ้นตามจำนวนบี-โครโมโซม ในข้าวไรย์และข้าวโพด พบว่า บี-โครโมโซมควบคุมเกี่ยวกับ non-disjunction คือทำให้การแยกของโครมาติดช้าลง นอกจากนั้นยังพบว่าบี-โครโมโซมในข้าวโพด และหญ้า Cymbopogon martinii ช่วยเพิ่ม genetic recombination ทำให้ลูกหลานมีความแปรผัน (variation)



ภาพที่ 7 แสดงบี-โครโมโซม (ลูกศรชี้) ที่พบในเซลล์ต่าง ๆ ของพืชแต่ละชนิด

ก. บี-โครโมโซมในเซลล์รากข้าวโพด

ข. บี-โครโมโซมใน microsporocyte ระยะ first metaphase (M) และ first anaphase (A) ของ Haplopappus gracilis สังเกตบี-โครโมโซมที่เคลื่อนไปขั้วใดขั้วหนึ่งของเซลล์

ค. บี-โครโมโซมใน microsporocyte ระยะ first metaphase ของ Tradescantia edwardsiana มีขนาดเล็ก บางและติดสีจางกว่าโครโมโซมมาตรฐาน

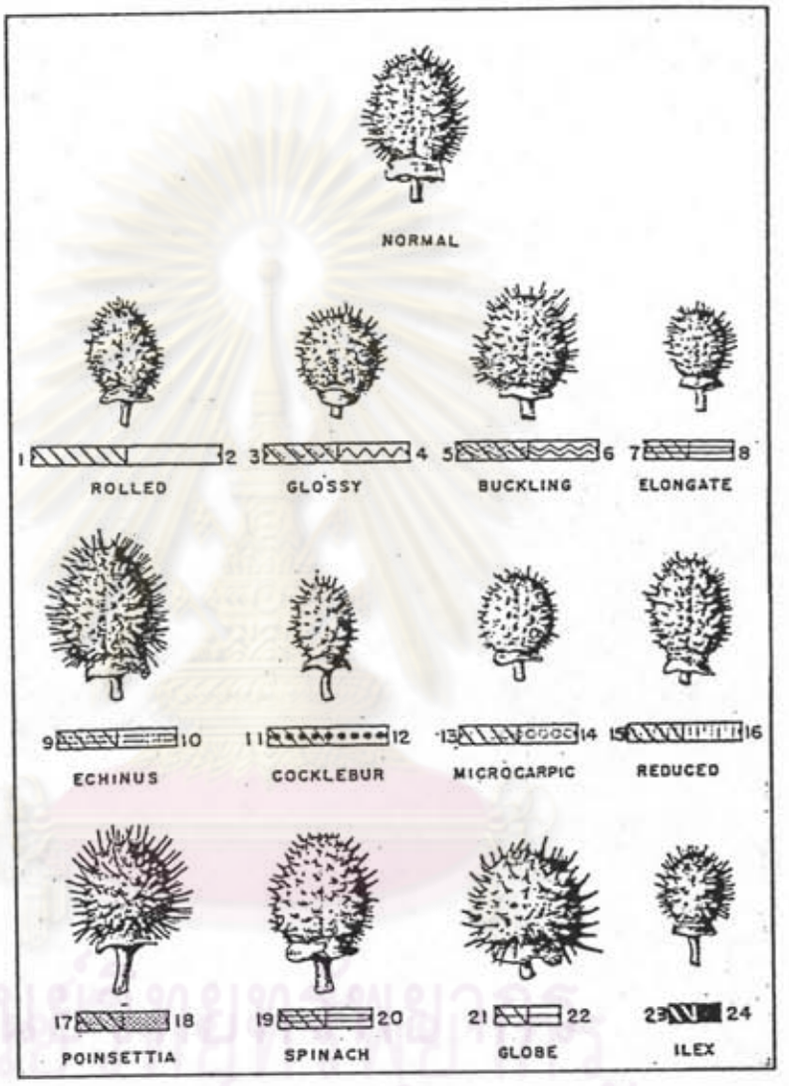
ง. บี-โครโมโซม ในเซลล์รากของ Tradescantia edwardsiana (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532 และ Brown, 1972)

มากขึ้น แต่โดยทั่วไปแล้วบี-โครโมโซมไม่มีผลต่อสัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิต Verma (1985) ศึกษาพืชสกุล Cymbopogon พบว่าปริมาณน้ำมันไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะมีบี -โครโมโซมเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ กันยารัตน์ ไชยสุต (2532) พบว่าบี-โครโมโซมของ Zephyranthes tubispatha ไม่มีผลต่อสัณฐานวิทยา แต่อาจมีผลต่อการเจริญพันธุ์ เพราะไม่เคยพบเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองในธรรมชาติ หรือจากการช่วยผสมให้

ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์

จากจำนวนโครโมโซม ทำให้รู้แนวโน้มที่จะสร้างลูกหลานให้มีลักษณะตามที่ต้องการได้ การสร้างพืชให้มีจำนวนโครโมโซมต่างไปจากต้นปกติ โดยการเพิ่มหรือลดโครโมโซมเป็นแท่ง หรือเป็นชุดจะได้พืชที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป และจากการคัดเลือกต้นที่น่าสนใจก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การเพิ่มหรือลดจำนวนโครโมโซมเป็นแท่ง มีผลต่อการแสดงออกทางสัณฐานวิทยา ที่นักปรับปรุงพันธุ์นิยมนำไปใช้ในการหาตำแหน่งยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ Blakeslee (Sybenga, 1972) ศึกษาใน Datura stramonium (2N=24) โดยสร้างไทรโซมี (trisomy หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมในยีโนมเพิ่มขึ้น 1 แท่งเป็น 2N+1) ขึ้น 12 แบบ เท่ากับจำนวน basic number ไทรโซมีแต่ละแบบให้ผล (fruit) ที่มีขนาด รูปร่าง และหนามบนเปลือกหุ้มผลแตกต่างกันดังภาพที่ 8 และจากการศึกษารูปร่างของโครโมโซม (คาริโอไทป์) บอกได้ว่าโครโมโซมแต่ละแท่งมียีนควบคุมลักษณะของผลแตกต่างกันไป ส่วนการสร้างพืชให้มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นชุด เช่น โมโนพลอยดี (monoploidy) สามารถใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ คือได้สายพันธุ์บริสุทธิ์ โดยการเพิ่มยีนที่เหมือนกันเป็น 2 เท่า ส่วนโพลิพลอยด์ระดับทริพลอยด์ (triploid) เททราพลอยด์ (tetraploid) หรือพลอยดีที่สูงกว่านี้ พืชจะมีขนาดเซลล์ ขนาดดอก ขนาดเมล็ดใหญ่ขึ้น มีปริมาณสารเคมีสะสมในส่วนต่าง ๆ มากขึ้น ใบหนาและมีสีเขียวเข้มขึ้น เช่น กล้วยไม้ที่เป็นพอลิพลอยด์จะมีกลีบดอกหนาทำให้ทนทานไม่เหี่ยวง่าย (ชะบา อ่ำรำไพ, 2527) ผักกาดหวาน (sugar beet) ที่เป็นทริพลอยด์ จะมีขนาดหัวใหญ่และให้ปริมาณน้ำตาลสูงสุด (Allard, 1960) แพงพวยฝรั่ง (Catharanthus roseus G. Don) ที่เป็นเททราพลอยด์ จะมีใบกว้างและหนาขึ้น เซลล์คุมปากใบ มีขนาดใหญ่ขึ้น และอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่สะกัดจากรากมีปริมาณสูงขึ้นเกือบสองเท่าของต้นดิพลอยด์ (ชะบา อ่ำรำไพ, 2527; Dnyansagar และ Sudhagaran, 1970) นอกจากนี้ข้าวไรย์ ที่เป็นเททราพลอยด์มีเมล็ดขนาดใหญ่ขึ้น และคุณภาพดีขึ้น (Allard, 1960) ฉะนั้นการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการไปใช้ประโยชน์และสร้างพืชให้มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลง จึงเป็นการทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรค แมลง และสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ส่วนการสร้างสายพันธุ์ที่มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เป็นหมัน (male sterile) ก็เพื่อสะดวกในการผสมพันธุ์โดยใช้เป็นต้นแม่ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากจำนวนโครโมโซมร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา จะทำให้

016490



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบขนาด รูปร่างผล และหนามบน pericarp ของ Datura stramonium (2N=24) ที่เป็น primary trisomy (2N+1) ทั้ง 12 แบบ (ดัดแปลงจาก Darlington, 1965 และ Sybenga, 1972)

รู้ว่า เมื่อนำพืชมาผสมกันแล้วลูกผสมที่ได้จะเป็น apomixis หรือไม่ เช่น การศึกษาในบัวจีนลูกผสมระหว่าง บัวจีนดอกชมพูใหญ่ (2N=48) กับบัวจีนดอกชมพูเล็ก (2N=24) พบว่าลูกผสมมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับต้นแม่ (2N=48) แต่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างลูกผสมที่ได้นั้นไม่เหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าบัวจีนลูกผสมนั้นไม่ได้เกิดจาก apomixis (บุษกร อารยางกูร, 2529)

การตรวจเอกสาร

การศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชดอกในประเทศไทย มีรายงานไว้ดังนี้

Darlington and Wylie (1955) ได้รวบรวมผลงานการศึกษาจำนวนโครโมโซมในประเทศไทยไว้ทั้งหมด 7 วงศ์ 8 สกุล 8 ชนิด ได้แก่ Dipterocapaceae 2 ชนิด คือ Hopea odorata 2N=20 (X=10) และ Anisoptera cochinchinensis 2N=20 (X=10) Guttifereae 1 ชนิด คือ Garcinia hanburyi 2N=44 (X=?) Sterculiaceae 1 ชนิด คือ Sterculia (Firmiana) colorata 2N=40 (X=8 10) Euphorbiaceae 1 ชนิด คือ Baliospermum axillare (montanum) 2N=28 (X=7) Phyllanthoideae 1 ชนิด คือ Putranjiva roxburghii 2N=14 (X=7) Rubiaceae 1 ชนิด คือ Ixora finlaysoniana 2N=22 (X=11) และ Gesneriaceae 1 ชนิด คือ Streptocarpus orientalis 2N=30 (X=15 16)

Larsen (1963 1966 และ 1968) ได้เก็บตัวอย่างเมล็ดแห้งและดอกอ่อนพืชบางชนิดในประเทศไทย ไปศึกษาโครโมโซมในประเทศเดนมาร์ก รวบรวมไว้ทั้งหมด 31 วงศ์ 131 สกุล 188 ชนิด ส่วนใหญ่ศึกษาจากพืชดอกวงศ์ละ 1-2 ชนิด ดังนี้ Amaranthaceae (2N=46-48) Alismataceae (2N=22) Araceae ศึกษาจาก 14 สกุล 23 ชนิด พบว่า มีจำนวนโครโมโซมระหว่าง 2N=24-44 (X=6 7 8 9 10 11 และ 13) Burmanniaceae (2N=32=136) Butomaceae (2N=20) Capparidaceae (2N=20) Centrolepidaceae (2N=40) Chenopodiaceae (2N=18) Combretaceae (2N=26) Cycadaceae (2N=22) Droseraceae (2N=20-32) Eriocaulaceae (2N=30-90) Gramineae วงศ์นี้มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก บางชนิดพบถึง-โครโมโซม ศึกษาจาก 56 สกุล 88 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2N=12-108 มีพลอยดีตั้งแต่ 2 ถึงสูงกว่า 10 Halorrhaghidaceae (2N=12) Hydrocharitaceae (2N=16-44) Iridaceae (2n=40) Juglandaceae (2N=32) Liliaceae ศึกษาจาก 10 สกุล 14 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2N=12-112 Menispermaceae (2N=26) Moraceae (2N=24-26) Najadaceae (2N=12) Orchidaceae ศึกษาจาก 17 สกุล 27 ชนิด มีจำนวนโครโมโซม

อยู่ระหว่าง 2N=28-72 Plantaginaceae (2N=24) Sanvadoraceae (2N=20) Smilaceae (2N=32) Sphenocleaceae (2N=40) Trilliaceae ศึกษาจากพืชชนิดเดียว คือ Paris polyphylla และพบบี-โครโมโซม (2N=10+2B) Triuridaceae (2N=28) Xyridaceae (2N=34) Vacciniaceae (2N=24-48) และ Valerianaceae (2N=14)

กันยารัตน์ ไชยสุต (2505) ศึกษาจำนวนโครโมโซมจากรากและดอกอ่อนของกล้วยไม้พื้นเมือง 12 สกุล 25 ชนิด โดยเตรียมเซลล์แบบ Feulgen squash และ smear สรุปผลการศึกษาไว้ดังนี้ Calanthe (2N=40 และ 42) Coelogyne (2N=40) Dendrobium (2N=38) Eria (2N=38) Bulbophyllum (2N=38) Cymbidium สกุลนี้จำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก ตั้งแต่ 2N=40-94 มีทั้งดิพลอยด์และพอลิพลอยด์ Eulophia (2N=32 44 และ 56) Pomatocalpa (2N=38) Sarcanthus (2N=36) Phalaenopsis (2N=38) Luisia (2N=38) Ascocentrum (2N=52)

สุมิตตา จาตุกรณีย์ (2505) ศึกษาจำนวนโครโมโซมของกล้วย 23 สายพันธุ์ (variety) โดยศึกษาจากรากด้วยวิธี Feulgen squash พบว่า 8 สายพันธุ์เป็นดิพลอยด์ (2N=22) ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยร้อยหวี กล้วยเล็บมือนาง กล้วยตานี กล้วยน้ำไท กล้วยกุ้ง กล้วยหอมจันทร์ และกล้วยสา 13 สายพันธุ์ เป็นทริพลอยด์ (2N=33) ได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยหอมค่อม กล้วยนาก กล้วยนมสาว กล้วยชม กล้วยทองเงย กล้วยเปรี้ยว กล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าขาว กล้วยน้ำว้าเขียว กล้วยหักมุก และ กล้วยส้ม และมีเพียง 2 สายพันธุ์ คือ กล้วยเทพรส และกล้วยปลีหาย เป็นเททราพลอยด์ (2N=44)

วินัย สุพัฒนกุล (2524) ศึกษาทางไซโตแทกโซโนมีของพันธุ์ไม้ในวงศ์ อะลิสเมซี (Alismaceae) บิวโตเมซีอี (Butomaceae) และไฮโดรคาริเตซีอี (Hydrocharitaceae) ที่พบในประเทศไทยจำนวน 16 สกุล 20 ชนิด โดยศึกษาจำนวนโครโมโซมจากรากและดอกอ่อนด้วยวิธี Feulgen squash และ smear พบว่า วงศ์อลิสเมซีอี มี somatic number 2N=22 และ 42 วงศ์บิวโตเมซีอี มีจำนวนโครโมโซม 2N=16 และ 20 วงศ์ไฮโดรคาริเตซีอีมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก คือ 2N=16 ถึง 72

ประวัติ สมเป็น (2526) ศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายรากกล้วย 30 สายพันธุ์ โดยวิธี squash สรุปว่า กล้วยป่าเบอร์ 1 กล้วยป่าเบอร์ 3 กล้วยอ่างขาง กล้วยแข้ กล้วยไข่ กล้วยไข่โบราณ กล้วยตานี กล้วยทองขี้แมว กล้วยป่าเบอร์ 22 กล้วยไล และกล้วยหมาก มีโครโมโซม 2N=22 เป็นดิพลอยด์ กล้วยคร้าว กล้วยนิ้วมือนาง กล้วยน้ำกาบดำ กล้วยกุ้งเขียว

กล้วยน้ำ กล้วยตีบ กล้วยตีบดำ กล้วยเล็บช้างกุ กล้วยขมเบา กล้วยขมหนัก กล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยกุ้ง กล้วยคลองจัง กล้วยพม่าแหกคุก กล้วยนางกลาย กล้วยหอมเตี้ย กล้วยน้ำว้าค่อม และกล้วยไข่บอง มีโครโมโซม 2N=33 เป็นทริพลอยด์ และมีเพียงชนิดเดียว คือ กล้วยเทพรสที่เป็นเททราพลอยด์ (2N=44)

อัมพิกา ปุนนจิต (2526) ศึกษา Floral Biology และจำนวนโครโมโซมของท้อเก้าพันธุ์ ได้แก่ อ่างขางขาว (Ang Khang White, AKW) จากประเทศไทย อ่างขางแดง (Ang Khang Red, AKR) จากประเทศไทย Earli Grade (EG) Flordabelle (FB) Flordared (FR) และ Flordasun (FS) จากประเทศสหรัฐอเมริกา Swellen Grebel (SG) จากอิสราเอล Ying Ku (YK) และ Semi Luyeh (SL) จากไต้หวัน ศึกษาจำนวนโครโมโซมจากใบอ่อนและปลายรากโดยวิธี squash พบว่าท้อทั้ง 9 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2N=16 แต่มีขนาดของโครโมโซมเล็กมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใช้ส่วนใบอ่อน (immature leaf) ศึกษาจำนวนโครโมโซมจะได้โครโมโซมที่มีขนาดเล็กกว่าที่พบในปลายราก ประกอบกับการที่โครโมโซมของท้อมีขนาดเล็กอยู่แล้ว จึงทำให้การจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครโมโซมท้อทำได้ยากมาก ตรงกับรายงานของ Jalenkovic and Harrington (1972) จึงกล่าวได้ว่า การที่ท้อมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ก็ยังไม่อาจสรุปได้ว่ารูปร่างของโครโมโซมเหมือนกัน (อัมพิกา ปุนนจิต, 2526)

นงลักษณ์ อินกองงาม (2527) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเซลล์วิทยาของบอน สี 8 สายพันธุ์ โดยศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายรากด้วยวิธี squash พบว่า พวกที่เป็นดิพลอยด์ (2N=30) จะมีลักษณะเด่นชัด คือ ใบบาง ได้แก่พันธุ์ตะละแม่มินปู เถรขวาด ใบไผ่ และพันธุ์อาจารย์จู ส่วนพวกที่เป็นเททราพลอยด์ (2N=60) จะมีใบหนาทั้งหมด ได้แก่ พันธุ์ จ.สุรินทร์ ปูเจ้าสมิงพราย หมอแดง และหมื่นแผ้ว สรุปว่าบอนสีมี basic number (X) = 15 แต่อาจพบ X=13 และ 17 ได้ด้วย

อุษณีย์ ปักษาศร (2531) ศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกและจำนวนโครโมโซมของกีวีฟรุต (Actinidia chinensis planch.) 6 สายพันธุ์ เป็นพันธุ์เพศผู้สองพันธุ์ คือ Tomuri และ Matua พันธุ์เพศเมียสี่พันธุ์ คือ Bruno Abbott Monty และ Hayward โดยศึกษาโครโมโซมจากปลายรากด้วยวิธี squash สรุปว่า โครโมโซมมีขนาดเล็กไม่สามารถจำแนกลักษณะได้ และมีจำนวนมากการนับจำนวนโครโมโซมจึงเป็นค่าประมาณไม่ใช่จำนวนที่แท้จริง ทั้ง 6 สายพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2N=166 แต่จากการศึกษาของ Jie and Beuzenberg (1983) และ Fraser and Harvey (1986) พบว่า มีโครโมโซม 2N=170 และนอกจากนี้ Beuzenberg (1983) รายงานว่า Actinidia spp. เป็นพอลิพลอยด์ที่มี

basic number = 29 A. chinensis var. chinensis มีจำนวนโครโมโซม 2N=58 ส่วน A. chinensis var. hispida 2N=170

กันยารัตน์ ไชยสุต (2532) ศึกษาจำนวนโครโมโซม คาริโอไทป์ และ meiotic configuration ของพืชดอกสกุล Zephyranthes 6 ชนิดที่พบในประเทศไทย โดยศึกษาจากปลายรากและดอกอ่อน ด้วยวิธี Feulgen squash และ Smear พบว่าบัวจีนดอกชมพูเล็ก (Z. rosea) มี somatic number = 24 คาริโอไทป์เป็นแบบ asymmetrical karyotype และค่า meiotic figure เป็น 9 ringII + 3 rodII ชนิดที่สองได้แก่บัวจีนดอกขาว (Z. tubispatha) 2N=25 มีโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก (metacentric) 6 คู่ ซับเมทาเซนทริก (submetacentric) 6 คู่ และบี-โครโมโซมที่มีเซนโตรเมียร์อยู่ตรงกลาง 1 แท่ง คาริโอไทป์เป็นแบบ symmetrical karyotype และ meiotic figure มีค่าเป็น 6 ring II + 4 rodII + 5I ชนิดที่สามบัวจีนหอมคำ (Z. candida) 2N=42 43 หรือ 43+f (fragment) เซลล์ที่พบจำนวนโครโมโซม 2N=43 มีบี-โครโมโซม 1 แท่ง ศึกษาคาริโอไทป์ และ meiotic configuration จากต้นที่ somatic number = 42 พบคาริโอไทป์แบบ symmetrical karyotype และค่า meiotic figure เป็น 2IV+1III+15II+1I ชนิดที่สี่ บัวจีนแสนพันล้อมหรือบัวจีนดอกชมพูใหญ่ (Z. grandiflora) มีคาริโอไทป์แบบ asym metrical karyotype ค่า meiotic figure เป็น 3.14IV+0.29III+17.14II+0.29I ชนิดที่ห้าบัวจีนดอกเหลืองอ่อน (Z. ajax) 2N=42 43 และ 44 ศึกษาคาริโอไทป์จากเซลล์ที่มีโครโมโซม 44 แท่ง พบว่าเป็นแบบ asymmetrical karyotype ชนิดที่หกบัวจีนพระยาหัวเดียว (Z. citrina) 2N=48 มีคาริโอไทป์เป็นแบบ asymmetrical karyotype

สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อ นับจำนวนโครโมโซมของพืชดอกบางชนิดที่ปลูกในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเลือกจากไม้ยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ ศึกษาเทคนิคทางเซลล์พันธุศาสตร์ที่นำมาใช้กับพืชต่าง ๆ เหล่านั้นให้ได้ผลดี และเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกัน พืชที่เลือกมาศึกษาทั้งหมด 8 วงศ์คือ Amaryllidaceae Bignoniaceae Caesalpiniaceae Convolvulaceae Liliaceae Malpighiaceae Moringaceae และ Fabaceae จำนวน 26 สกุล 43 ชนิด 49 ตัวอย่าง เป็นพืชสมุนไพร 24 ชนิด โดยศึกษาโครโมโซมจากการเตรียมเซลล์แบบ Feulgen squash หรือ smear วิธีใดวิธีหนึ่งที่ได้ผลดี เพราะไม้ยืนต้นไม่สามารถจะตัดรากมาศึกษาได้ จึงต้องนำเมล็ดมาเพาะและเมล็ดส่วนใหญ่จะงอกช้าหรือไม่งอกเลย ส่วนดอกที่จะนำมาศึกษาโครโมโซมนั้น ต้นไม้บางชนิดมีดอกเฉพาะฤดูร้อนหรือฤดูหนาว ทำให้การศึกษามีขอบเขตจำกัดอยู่ในช่วงที่มีดอกเท่านั้น จึงได้พยายามนำเอาใบอ่อนมาศึกษาโครโมโซมด้วย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ คือ ทราบจำนวนโครโมโซมของพืชดอกที่เป็นไม้ยืนต้นบางชนิด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการศึกษา เซลล์พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์ การจัดจำแนกพันธุ์ การหาสายสัมพันธ์

และวิวัฒนาการของพืชดอกชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำเทคนิคทางเซลล์พันธุศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปใช้กับพืชชนิดอื่นให้ได้ผลดีต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย