บทที่ 4

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาพันธุ์ไม้ใน Family Alismaceae 3 สกุล 4 ชนิด Family Butomaceae2 สกุล 2 ชนิด และ Family Hydrocharitaceae10 สกุล 14 ชนิด เป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาจากต่างประเทศ เพื่อใช้ประดับตู้เลี้ยงปลา บ่อน้ำ ไม่พบในสภาพธรรมชาติ มี 4 สกุล 4 ชนิด คือ Echinodorus cordifolius (Linn.) Griseb., Sagittaria platyphylla (Engelm.) Smith, Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buch., Vallisneria spiralis Linn. นอกจากนี้พบว่า Caldesia oligococca (F.V.M.) Buch., Blyxa aubertii Rich.ยังไม่มีการศึกษามาก่อนในประเทศไทย

ก. อนุกรมวิธาน

เนื่องจาก Family Alismaceaeและ Family Butomaceaeเป็น Familyที่มีความสัมพันธ์โดยจำแนกอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (Rendle, 1930; Hutchinson, 1948, 1959; Core, 1951; Benson, 1959; Porter, 1959; Lawrence,1963; Bentham & Hooker, 1965; Takhtajan, 1980) สำหรับ Takhatajan (1980) ได้จัดสกุล Butomus Linn.เป็น Family Butomaceaeและสกุลที่เหลือใน Family Butomaceaeเดิมเป็นFamily Limnocharitaceae เพราะมีลักษณะบางอย่างต่างกัน เช่นEmbryo, การมียางและไม่มียาง แต่เนื่องจากมีเพียงสกุล Butomus Linn.สกุลเดียว จึงควรจัดรวมเป็นFamily Butomaceae เดียวกันตามเดิม เพราะยังมีลักษณะอื่นๆ ที่สัมพันธ์กัน เช่น มีapocarpous ovary, laminar placentation

สำหรับ Family Hydrocharitaceae ซึ่ง Takhtajan(1980) ศึกษาแล้วเห็นว่ามีความสัมพันธ์กับสกุล Butomus Linn. พบว่าแต่ละสกุลภายใน Family เดียวกันมีลักษณะบางอย่างสัมพันธ์ต่อกันคล้ายลูกโซ่ เช่น Hydrilla verticillata

(Linn.f.) Royle, Vallisneria spp.และ Lagarosiphon roxburghii Benth. มีช่อดอกตัวผู้จมอยู่ในน้ำ และหลุดลอยออกไปบานที่ผิวน้ำ ใน Enhalus acoroides (Linn.f.) Rich. ex Steud.กับ V. spp. ก้านดอกตัวเมียบิดเป็นเกลียวหลังการผสมเกสร Enhalus acoroides (Linn.f.) Rich. ex Steud., Halophila spp. และ Thalassia hemprichii (Ehrenb.) Aschers. เป็นไม้น้ำเค็ม ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียผสมเกสรในน้ำ Blyxa spp., Halophila spp., Hydrilla verticillata (Linn.f.) Royle และ Lagarosiphon roxburghii Benth. รังไข่มี beak ยาว และส่วนใหญ่ไม่มีก้าน สำหรับ Hydrocharis dubia (Bl.)Back. กับ Boottia lanceolata Gagnep.มีดอกตัวผู้และตัวเมียแยกคนละดอก ดอกตัวผู้เป็นช่ออยู่ใน spathe มีต่อมที่ใกล้โคนกลีบดอก นอกจากนี้ยังมีลักษณะอื่นอีกที่สัมพันธ์กัน สำหรับสกุล Blyxa Noronha. ซึ่งมีทั้งดอกแบบ unisexual และ bisexual อย่างละหลายชนิด ควรจะแยกเป็นสองสกุลคือ Blyxa Thou. ซึ่งมีดอกแบบ unisexual และ Hydrotrophus Clarke ในชนิดที่มีดอกแบบ bisexual หรือแบ่งเป็นสอง section ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการศึกษาเกี่ยวกับ phylogeny เช่นเดียวกับที่แยกสกุล Ottelia Pers. และ Boottia Wall.เป็นคนละสกุล

จากลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาครั้งนี้และจากที่ผู้อื่นศึกษา (Rendle, 1930; Hutchinson, 1948, 1959; Core, 1951; Benson, 1959, Porter, 1959; Lawrence, 1963; Bentham & Hooker, 1965; Takhtajan, 1980) Family Alismaceae และ Family Butomaceae มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน ส่วน Family Hydrocharitaceae มีลักษณะหลายอย่างที่ advanced กว่า สอง Family แรก เช่น มีดอกแบบ unisexual, epigynous ovary, parietal placentation ในสกุล Blyxa Noronha. ซึ่งเป็นลักษณะที่ advanced (Hutchinson, 1959) แต่ Takhtajan (1980) กล่าวว่า Family Butomaceae (เฉพาะสกุล Butomus Linn.) มีลักษณะบางอย่างที่สัมพันธ์กับ Family Hydrocharitaceae มากกว่า Family Alismaceae จึงอาจกล่าวได้ว่า Family Hydrocharitaceae เป็น Family ที่ advanced ที่สุดในบรรดาพันธุ์ไม้ 3 Family นี้ และมีความสัมพันธ์กับสกุล Butomus Linn. ใน Family Butomaceae

ข. เซลวิทยา

ลักษณะทั่วๆ ไปของโครโมโซม ที่ศึกษาครั้งนี้เป็นแบบ asymmetry ทุกชนิด พบว่า Thalassia hemprichii (Ehrenb.) Aschers. ซึ่งอยู่ใน Family Hydrocharitaceae (รูปที่ 7 ก) ชนิดเดียวที่พบโครโมโซมแบบ metacentric และ submetacentric หลายคู่ (ตารางที่ 3) สำหรับความยาวของโครโมโซมในแต่ละ Family ยังไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน ยกเว้น Blyxa Noronha ซึ่งจัดอยู่ใน Family Hydrocharitaceae มีโครโมโซมขนาดเล็กกว่าชนิดอื่นๆ อย่างชัดเจน (รูปที่ 3 ก, 3 ข และ 3 ค)

Family Alismaceae พบว่า Echinodorus cordifolius (Linn.) Griseb., Sagittaria platyphylla (Engelm.)Smith และ S. sagittifolia Linn. มี 2n = 22 ทั้ง 3 ชนิด และ n = 11 ใน E. cordifolius (Linn.) Griseb. มีจำนวนเท่ากันกับที่หลายคนศึกษาในต่างประเทศ มีส่วนน้อยพบ 2n = 20 (Harada, 1956; Darlington & Wylie, 1955; Sharma & Chatterjee, 1967; Orndruff, 1968, 1969; Moore, 1970) โครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดแบบ metacentric หนึ่งคู่ ที่เหลืออีก 10 คู่มี centromere อยู่ที่ปลายและค่อนไปทางปลายของโครโมโซม สกุล Echinodorus Rich. และ Sagittaria Linn. มีโครโมโซมแท่งสั้นที่สุดต่างกัน คือในสกุล Echinodorus Rich. มี centromere อยู่ที่ปลาย แต่ในสกุล Sagittaria Linn. มี centromere อยู่ค่อนไปทางปลายและความยาวของโครโมโซม ในสกุล Echinodorus Rich. สั้นกว่า S. platyphylla (Engelm.)Smith และ S. sagittifolia Linn. ไม่พบความแตกต่างทั้งรูปร่างและจำนวนโครโมโซมของทั้งสองชนิด แต่พบว่าขนาดโครโมโซมของ S. platyphylla (Engelm.) Smith สั้นกว่าของ S. sagittifolia Linn. (รูปที่ 1 ค, 1 ง และ ตารางที่ 3) จากการศึกษาใน microsporocyte ของดอก E. cordifolius (Linn.)Griseb. โครโมโซมในระยะ metaphase I มีการจับคู่แบบ bivalent ทั้ง 11 คู่ มี 1 II ring และ 10 II rod เนื่องจากใน somatic cell มีโครโมโซมแบบ metacentric เพียงหนึ่งคู่ (รูปที่ 2) ดังนั้น E. cordifolius (Linn.) Griseb. จึงเป็นต้น diploid มี basic number 11 เท่ากับที่ Dardington และ Wylie (1955)รายงานไว้

Caldesia oligococca (F.V.M.) Buch. มี 2n = 42 ยังไม่พบมีรายงานเกี่ยวกับโครโมโซมมาก่อนในชนิดนี้ แต่มีรายงานใน C. panassifolia (Bassi ex Linn.) Parl. และC. reniformis Makino 2n = 22 และ n = 11 (Harada, 1956; Orndruff, 1967,1968) จะเห็นว่ามีจำนวนต่างกัน แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่มากพอที่จะใช้สรุปได้ จากการที่ C. oligococca (F.V.M.) Buch.มีโครโมโซมแบบ metacentric ที่ยาวที่สุดเพียงหนึ่งในจำนวนโครโมโซมแบบนี้ 7 คู่ จึงเป็นไปได้ที่สกุล Caldesia Parl. มี basic number มากกว่าหนึ่งจำนวน

Family Butomaceae ทั่วโลกมีรายงานว่ามี 5 สกุล 10 ชนิด (Hartog in Steenis,1958) ในการศึกษาครั้งนี้มีสองสกุล สองชนิด แต่ทั้งสองชนิดเป็นพันธุ์ไม้ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทั้ง Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buch. และ Limnocharis flava (Linn.) Buch. ส่วนใหญ่มีรายงานว่า 2n = 16, n = 8 (รูปที่ 2 ก, 9ก) และ 2n = 20, n = 10 (รูปที่ 2ข, 9 ข) ตามลำดับ (Darlington และ Wylie, 1955; Harada,1956; Orndruff, 1969) เช่นเดียวกับที่ศึกษาในครั้งนี้ ลักษณะโครโมโซมในทั้งสองชนิดคล้ายกัน มีโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดเป็น submetacentric ส่วนโครโมโซมคู่ที่สองเป็น metacentric chromosome (รูปที่ 2 ก, 2 ข และตาราง ที่ 3) จากการศึกษาใน microsporocyte ของดอกที่มีการแบ่งตัวแบบ meiosis ในระยะ metaphase I ของ Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buch. และ Limnocharis flava (Linn.) Buch.... พบว่ามีการจับคู่แบบbivalentทั้งหมดคือ 8 bivalent มี 2 ring, 6 rod และ 10 bivalent มี 2 ring, 8 rod ตามลำดับ (รูปที่ 9 ก, 9 ข)

Family Hydrocharitaceae โครโมโซมแบบ asymmetry ไม่พบ symmetric karyotype เช่นเดียวกับ Family Alismaceae และFamily Butomaceae และจากการศึกษาครั้งนี้ สกุล Blyxa Noronha. มีโครโมโซมเล็กกว่าสกุลอื่น ๆ ทั้งหมดที่ศึกษาในครั้งนี้ B. aubertii Rich. มี 2n = ca 36-40 และ B. echinosperma

(Clarke) Hook.f. มี 2n = ca 40 (รูปที่ 3 ข) ไม่พบว่ามีการศึกษาในสองชนิดนี้มาก่อน แต่มีการศึกษาใน B. ceratosperma Maxim. ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับ B. echinosperma (Clarke) Hook. f. (Hartog in Steenis, 1957) 2n = 42 (Harada, 1956) ซึ่งต่างกับที่ศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากโครโมโซมที่ศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่มีการกระจายไม่ค่อยดี และไม่มีรายละเอียดอื่นๆ ที่ Harada (1956) ศึกษา ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการจัดให้ทั้งสองชนิดเป็นชื่อพ้องกันหรือควรจัดแยกกัน ส่วน B. japonica (Miq.) Maxim. ex Aschers. et Gurke 2n = ca 68-72 แต่ Harada (1956) รายงานว่ามีโครโมโซมใน somatic cell เพียง 42 แท่ง และใน B. sp. มีโครโมโซม 72 แท่ง ซึ่งใกล้เคียงกับที่ศึกษาครั้งนี้มากกว่า B. japonica (Miq.) Maxim. ex Aschers. et Gurke ที่ Harada (1956) ศึกษา เนื่องจากไม่มีรายละเอียดมากกว่านี้ จึงไม่สามารถคาดคะเนความต่างกันของ B. japonica (Miq.) Maxim. ex Aschers. et Gurke ที่มีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน Larsen (1963) ศึกษา B. octandra (Roxb.) Planch. ในประเทศไทย มี 2n = 18 และ n = 8 (Orndruff, 1969) ส่วน Darlington และ Wylie (1955) รายงานใน B. sp. ว่ามี 2n = 16 และมี basic number 8 จึงอาจกล่าวได้ว่าสกุล Blyxa Noronha. ที่ศึกษาครั้งนี้เป็น polyploid หรือ aneuploid

Enhalus acoroides (Linn.f.) Rich. ex Steud. 2n = 18 เนื่องจากมีเซลที่มีการแบ่งตัวและโครโมโซมกระจายดีน้อย จึงนับจำนวนจากระยะ late prophase (รูปที่ 4 ก) แต่ Darlington และ Wylie (1955) รายงานว่า 2n = 14 และมี basic number 7 แสดงว่าอาจมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซม

Halophila Thou. ที่ศึกษาครั้งนี้มี 2 ชนิดคือ H. beccarii Aschers. มี 2n = 18 ยังไม่พบมีการศึกษาโครโมโซม (รูปที่ 6 ข) ส่วน H. ovalis (R.Br.) Hook.f. 2n = 18 ในกลุ่มที่ใบมีเส้นใบ 9 - 15 เส้น และ 2n = ca 52 ในกลุ่มที่ใบมีเส้นใบ 17 - 19 เส้น แต่จากที่มีการศึกษามาก่อน H. ovalis (R.Br.) Hook.f. มี 2n = 18 n = 9 (Darlington และ Wylie, 1955; Harada, 1956) และ basic number 9 (Darlington และ Wylie, 1955) ดังนั้นการที่ H. ovalis (R.Br.) Hook.f.

เป็น hexaploid หรือ aneuploid ควรจะเป็นไปได้ แต่จากการดูจำนวนโครโมโซมคู่ยาวที่สุดของทั้งสองกลุ่ม ทั้งคู่มีโครโมโซมคู่ยาวที่สุดหนึ่งคู่เท่ากัน (รูปที่ 4 ค, 4 ง) แต่โครโมโซมส่วนใหญ่เห็นลักษณะไม่ชัด จึงควรมีการทดลองศึกษาใหม่ของเซลที่มีโครโมโซมกระจายดีเห็นรูปร่างชัดเจน

Hydrilla verticillata (Linn.f.) Royle 2n = 16 (รูปที่ 5 ก) เท่ากับที่ Larsen (1963) ศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทยเช่นกัน สำหรับในต่างประเทศ 2n = 16, 24 และ n = 8 (Darlington และ Wylie, 1955; Harada, 1956; Chaudhuri และ Sharma, 1978) และ x = 8 (Darlington และ Wylie, 1955) ดังนั้นการที่กล่าวว่า 2n = 24 เกิดจากมี non-disjunction ของโครโมโซมเคลื่อนที่ไปด้วยกันทั้งหมด ได้ gamete มีโครโมโซม 16 แท่ง ผสมกับ gamete ที่มีโครโมโซม 8 แท่ง ได้ต้นใหม่มี 2n = 24 ซึ่งอาจเป็นหมัน แล้วขยายพันธุ์ด้วยลำต้นและ dormance bud (Larsen, 1963; Chaudhri และ Sharma, 1978)

Hydrocharis dubia (Bl.) Back. มีโครโมโซมของ somatic cell 16 แท่ง ยาว 2 - 5 ไมครอน มีโครโมโซมแบบ metacentric ยาวที่สุดหนึ่งคู่ อีกคู่มีขนาดสั้นกว่า (รูปที่ 5 ข และตารางที่ 3) ส่วน Sharma และ Chatterjee (1967) ศึกษาใน H. dubia (Bl.) Back. ในประเทศอินเดีย 2n = 22, n = 11 และพบ 2n = 16, 20, n = 7, 8, 10 ในบางเซลมี metacentric chromosome เพียงหนึ่งคู่และคู่ยาวที่สุดยาวถึง 10 ไมครอน ซึ่งต่างจากที่ศึกษาครั้งนี้มาก Sharma และ Chatterjee (1967) ยังพบว่ามีการแบ่งเซลผิดปกติ พบในระยะ anaphase มี chromosome bridge และ fragment ดังนั้นการที่พบมีโครโมโซม 2n = 16 อาจเกิดจากต้นที่มี 2n = 22 ได้ แต่เนื่องจากขนาดและรูปร่างของโครโมโซมต่างกัน จึงไม่น่าเป็นไปได้ที่โครโมโซมเปลี่ยนแปลงอย่างมาก แต่ลักษณะของ phenotype คงเดิม แต่เมื่อดูจากที่ Harada (1956) ศึกษาใน H. asiatica Miq. ซึ่งเป็นชื่อพ้องกับ H. dubia (Bl.) Back. มี 2n = 16 เช่นกัน แต่ไม่บอกรายละเอียดอื่นๆ จึงอาจกล่าวได้ว่ามีการกระจายมาจากแหล่งเดียวกันมากกว่าในชนิดที่พบในประเทศอินเดีย

Lagarosiphon roxburghii Benth. พบโครโมโซม 16 แท่งใน somatic cell (รูปที่ 5 ค) เท่ากับที่ Sharma และ Chatterjee (1967) ศึกษาใน Nechamandra alternifolia Thw. ซึ่งเป็นชื่อพ้องกัน แต่มีรูปร่างค่อนข้างเป็นแบบ symmetric karyotype มีแต่โครโมโซมแบบ metacentric และ submetacentric ทั้งหมด แต่จากที่ศึกษาครั้งนี้พบแต่โครโมโซมแบบ submetacentric 3 คู่ และ acrocentric 5 คู่ อาจเป็นไปได้ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเกิด translocation ของโครโมโซม จากแบบ metacentric หรือ submetacentric ไปเป็น submeta-centric หรือ acrocentric ส่วนในชนิดอื่นๆ พบว่า L. major (Ridl.) Moss และ L. crispus โครโมโซมมี 2n = 22, n = 11 (Darlington และ Wylie, 1955, Orndruff, 1967, 1969) และ L. vaginalis 2n = 14, basic number 7 (Darlington และ Wylie, 1955) จึงไม่น่ามี basic number ที่เหมือนกัน จึงเห็นว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสนับสนุนในการรวมสกุล Nechamandra Planch. และ สกุล Lagarosiphon Harv. หรือควรแยกคนละสกุล

สกุล Ottelia Pers. และสกุล Boottia Wall. ซึ่ง Hartog (in Steenis, 1957; Airy Shaw, 1966) จัดเป็นสกุลเดียวกัน จากการศึกษาโครโมโซมของ Ottelia alismoides (Linn.) Pers. จากสถานี 5 แห่ง พบมีจำนวนโครโมโซมต่างกันคือ ตัวอย่างจากเรือนต้นไม้ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และจาก จ.นครปฐม มีโครโมโซมของ somatic cell 22 แท่ง (รูปที่ 6 ก) และ ca 42-44 (รูปที่ 6 ข) จากตัวอย่างที่สถานีทดลองข้าว เกษตร บางเขน กทม. คลองสอง รังสิต จ.ปทุมธานี และ อ.ระโนด จ.สงขลา และจากการศึกษาในต่างประเทศ 2n = 22, 42, 44, 52, 66, 68, 72 และ 132 มี n = 22, 36 (Darlington และ Wylie, 1955, Harada, 1956; Larsen, 1963; Orndruff, 1968, 1969; Sharma และ Chatterjee, 1967; Misra, 1974; Chaudhuri และ Sharma, 1978) ซึ่งมีทั้งที่เป็น polyploid และ aneuploid แต่พบมีการจับคู่ของโครโมโซมแบบ bivalent ทั้งหมด (Sharma และ Chatterjee, 1967) ส่วน Boottia lanceolata Gagnep. หรือ O. lanceolata (Gagnep.) Dandy ซึ่งศึกษาจากตัวอย่างที่ อ.บ้านโป่ง

จ.ราชบุรี และ จ.เพชรบุรี มี somatic chromosome number 22 แท่ง และ n = 11 (รูปที่ 6 ค, 6ง และ 10) แต่ Larsen (1963) ศึกษา O. lanceolata (Gagnep.) Dandy จาก จ.เชียงใหม่ มี 2n = ca 44 และในต่างประเทศ รายงานว่า Boottia sp. มี 2n = 66 และ basic number 11 (Darlington และ Wylie, 1955) และรูปร่างลักษณะโครโมโซมของ O. alismoides (Linn.) Pers. และ Boottia lanceolata Gagnep. คล้ายกัน (รูปที่ 6 ก, 6 ข, 6 ค และ 6 ง) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์ทางโครโมโซมที่ใกล้ชิดกันมาก และจากการศึกษาการแบ่งเซลแบบ meiosis ในระยะ metaphase I ของ Boottia lanceolata Gagnep. โครโมโซมจับคู่แบบ bivalent ทั้งหมด 11 bivalent ใน microspocyte (รูปที่ 10) แต่จากโครโมโซมของ somatic cell มี metacentric chromosome ยาวที่สุดหนึ่งคู่เท่านั้น (รูปที่ 6ค, 6ง) ดังนั้นการที่ Darlington และ Wylie (1955) รายงานว่า Boottia sp. มี basic number 11 จึงถูกต้อง

Thalassia hemprichii (Ehrenb.) Aschers. 2n = 18 ยังไม่พบการศึกษาโครโมโซมมาก่อน จากการศึกษาครั้งนี้เป็นชนิดเดียวที่มีจำนวนโครโมโซมแบบ submetacentric และ metacentric 6 คู่ จากจำนวนทั้งหมด 9 คู่ (รูปที่ 7 ก และตารางที่ 3) มากกว่าชนิดอื่นๆ จึงเป็น asymmetric karyotype น้อยกว่าชนิดอื่นๆ

Vallisneria Linn. ซึ่งศึกษาใน V. gigantea Graeb. และ V. spiralis Linn. ในต้นตัวเมีย 2n = 20 ทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะรูปร่างโครโมโซมคล้ายกัน (รูปที่ 7 ข, 7 ค และ ตารางที่ 3) คือ โครโมโซมมี centromere อยู่ที่ปลายเกือบทั้งหมด ส่วน V. gigantea Greab. พบว่ามี metacentric chromosome หนึ่งคู่ และ acrocentric chromosome เห็น short arm ชัดเจน (รูปที่ 7 ข) ในต่างประเทศจากการศึกษาใน V. spiralis Linn. 2n = 20, 24, 30 และ 40 มี basic number 7, 8, 9 และ 10 (Darlington และ Wylie, 1955; Harada, 1956; Orndruff, 1968; Chaudhuri และ Sharma, 1978) ส่วนใน V. gigantea Graeb. Darlington และ Wylie (1955) รายงานว่ามี 2n = 40 และ basic number 10 ซึ่งต่างจากที่ศึกษาในครั้งนี้ และจากการที่ผู้เขียนทดลองนำ V. gigantea

Graeb. ต้นตัวผู้ผสมกับ V. spiralis Linn. ต้นตัวเมีย ปรากฏว่าสามารถผสมกันติดเมล็ด แต่ผู้เขียนไม่ได้ทดลองต่อ ดังนั้นจึงเป็นจริงตามที่ Sharma และ Chatterjee (1967) สรุปว่า Vallisneria Linn. เป็นสกุลที่พบ polyploid และ aneuploid มีการผสมข้ามชนิด

จากการศึกษาโครโมโซมของพันธุ์ไม้ทุกชนิด อาจกล่าวได้ว่า Family Hydrocharitaceae มีจำนวนโครโมโซมที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละชนิดและสกุลมากกว่าใน Family Alismaceae และ Family Butomaceae ซึ่งมักมีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยเฉพาะสกุล Sagittaria Linn. ส่วนใหญ่มี 2n = 22 ส่วนรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน นอกจากสกุล Blyxa Noronha. ที่ศึกษาครั้งนี้มีโครโมโซมขนาดที่เล็กกว่าสกุลอื่น ๆ ทั้งหมดที่ศึกษา โดยมีความยาวเพียง 0.5 - 3 ไมครอน สำหรับการศึกษาในระยะ metaphase I ของ microsporocyte ของพันธุ์ไม้ 4 ชนิด คือ Echinodorus cordifolius (Linn.) Griseb. Family Alismaceae, Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buch., Limnocharis flava (Linn.) Buch. ใน Family Butomaceae และ Boottia lanceolata Gagnep. ใน Family Hydrocharitaceae พบมีการจับคู่แบบ bivalent ทั้งหมด และพบว่ามีจำนวนของ bivalent ring สัมพันธ์กับโครโมโซมแบบ metacentric ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอย่างชัดเจน โดยพบมี bivalent ring ขนาดใหญ่หนึ่ง bivalent เมื่อมีโครโมโซมแบบ metacentric ขนาดใหญ่ที่สุดหนึ่งคู่ใน somatic cell (รูปที่ 8,,9 ก, 9 ข และ 10) แต่เนื่องจากไม่ได้ศึกษาในชนิดที่มีโครโมโซมแบบ acrocentric หรือ telocentric เป็นคู่ที่ยาวที่สุด จึงควรจะมีการศึกษาหาข้อสนับสนุนเพิ่มเติมต่อไป

ค. ไซโตแทกโซโนมี

พันธุ์ไม้ใน Family Alismaceae และ Family Butomaceae ที่ศึกษาครั้งนี้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้น ใบ และดอกคล้ายกัน มีรังไข่อยู่เหนือฐานรองดอก (hypogyny) และเป็น apocarpous ovary ส่วนที่ต่างกันคือ Family Alismaceae มี ovule 1 เมล็ด ติดแบบ basal placentation ผลแบบ achene ส่วน Family

Butomaceae แบบ laminar placentation มีเมล็ดจำนวนมาก ลักษณะโครโมโซมในแต่ละชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ Sharma และ Chatterjee (1967) ศึกษามีโครโมโซมแบบ asymmetric karyotype และมีลักษณะที่สัมพันธ์กัน ดังนั้นพันธุ์ไม้ใน Family Alismaceae และ Family Butomaceae มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน

ส่วน Family Hydrocharitaceae เป็น Family ที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาของต้น ใบ และดอก เช่น ส่วนใหญ่มีดอกแบบ unisexual รังไข่อยู่ใต้ฐานรองดอก (epigyny) ซึ่งเป็นลักษณะที่ advanced และโครโมโซมแบบ asymmetric karyotype จึง advanced กว่าสอง Family แรก แต่เนื่องจากมีลักษณะบางอย่างที่สัมพันธ์กับบางสกุลใน Family Butomaceae เช่น สกุล Butomus Linn. ซึ่งมี embryo แบบ polygonum type และตรงไม่โค้ง รังไข่มี 1 locule แบบ laminar placentation เหมือนกัน (Takhtajan, 1980) ดังนั้นการที่ Benson (1959) จัด Family Hydrocharitaceae แยกเป็นอิสระจากสอง Family ที่ศึกษาครั้งนี้ด้วย จึงไม่น่าจะถูกต้อง แต่ควรเป็นจริงตามที่ Takhtajan (1980) ศึกษาลักษณะต่างๆ ของพันธุ์ไม้ Sharma และ Chatterjee (1967) ใช้โครโมโซมมาศึกษา ต่างก็สรุปว่าทั้งสาม Family มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ Family Hydrocharitaceae มีลักษณะที่ advanced ที่สุด

สำหรับ Family Hydrocharitaceae จากการศึกษาโครโมโซมมารวมในการศึกษาพันธุ์ไม้แต่ละสกุลแต่ละชนิด ดังนี้

Blyxa Noronha. เป็นสกุลที่มีทั้งชนิดมีดอกแบบ unisexual และ bisexual Bentham และ Hooker (1965) ยอมรับการจัดพันธุ์ไม้ที่มีดอกแบบ bisexual อยู่ในสกุล Hydrotrophus Clarke และชนิดที่มีดอก unisexual อยู่ในสกุล Blyxa Noronha. ex Thou. แต่ปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมรวมเป็นสกุล Blyxa Noronha. เดียวกัน แต่จากการศึกษาโครโมโซมใน B. aubertii Rich. 2n = ca 36 - 40, B. echinosperma (Clarke) Hook.f. 2n = ca 40 และ B. japonica (Miq.) Maxim. ex Aschers. et Gurke 2n = ca 68-72 ซึ่งทั้งสามชนิดมีดอกแบบ bisexual มีโครโมโซมยาว 0.5 - 3 ไมครอน ซึ่งเล็กกว่าสกุลอื่นๆ ที่ศึกษาครั้งนี้ แต่จากการศึกษาของ Larsen (1963) ใน B. octandra Planch. มีดอกแบบ unisexual มี 2n = 18 มีโครโมโซม

ขนาดกลางทั้งหมด ซึ่งโตกว่าโครโมโซมคู่ที่เล็กใน Hydrilla verticillata (Linn.f.) Royle ที่เขาศึกษา 4 คู่ แต่ไม่ได้บอกขนาดและลักษณะที่แน่นอน แต่คาดว่ามีความยาวยาวกว่าที่ศึกษาในครั้งนี้ แม้ว่าชนิดที่มีดอกแบบ bisexual และ unisexual ไม่มีความแตกต่างเกี่ยวกับโครโมโซมก็ตาม แต่เพื่อสะดวกในการศึกษาเกี่ยวกับ phylogeny ควรแยกสกุล Blyxa Noronha. เป็นสองสกุล และควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

Enhalus acoroides (Linn.f.) Rich. ex Steud. เป็นพันธุ์ไม้น้ำเค็ม เป็นชนิดที่พบบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย และออสเตรเลีย เป็นสกุลที่เมล็ดมีขนาดโต มีเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ด Takhtajan(1980) กล่าวว่าเป็นสกุลที่สัมพันธ์กับ Family Butomaceae เพราะมีลักษณะคล้าย apocarpous

Halophila Thou. จากการศึกษาใน H. beccarii Aschers. และ H. ovalis (R.Br.) Hook.f. มีลักษณะใบต่างกันเห็นได้ชัดเจน ทั้งจำนวนใบต่อข้อ จำนวนเส้นใบ และ sheath แต่ลักษณะอื่นๆ คล้ายกัน และลักษณะโครโมโซมก็คล้ายกัน จึงเป็นชนิดที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน ส่วน H. ovalis (R.Br.) Hook.f. ซึ่งพบมีจำนวนโครโมโซมต่างกัน คือในกลุ่มที่ใบขนาดกลางมีเส้นใบ ตามขวาง 9 - 15 เส้น มี 2n = 18 และกลุ่มที่มีใบขนาดใหญ่และมีเส้นใบ ตามขวาง 17 - 19 เส้น มี 2n = ca 52 ซึ่งไม่มีรายงานว่าสกุล Halophila Thou. มี 2n = ca 52 หรือใกล้เคียงมาก่อน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครโมโซมจากสถานที่หลายๆ แห่ง

Hydrilla verticillata (Linn.f.) Royle เป็นสกุลที่มีชนิดเดียว พบมีกระจายทั่วไป แต่จากการศึกษาพบว่ามี 2n = 16 มีการเปลี่ยนเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมน้อย ทั้งที่มีการกระจายพันธุ์ได้ดี อาจเป็นเพราะขยายพันธุ์แบบ asexual reproduction ได้ดี

Hydrocharis dubia (Bl.) Back. 2n = 16 มีจำนวนโครโมโซมที่ต่างจากชนิดที่ศึกษาในประเทศอินเดีย ซึ่งมี 2n = 22 แต่มีจำนวนเท่ากับ H. asiatica Miq. (Syn.H. dubia (Bl.) Back.) ที่ Harada (1955) ศึกษาในประเทศญี่ปุ่น Hartog (in Steenis, 1957) รายงานว่า H. dubia (Bl.) Back. เป็นชนิดที่พบในทวีปเอเชีย และออสเตรเลีย และจากการศึกษาพันธุ์ไม้บริเวณใกล้เคียงประเทศ

ไทย ก็มีรายงานเป็น H. dubia (Bl.) Back. (H. asiatica Miq.) (Gagnepain, 1931; Hartog in Steenis, 1957; Backer และ Bakhuizen, 1968) ดังนั้นการที่พบ H. dubia (Bl.) Back. มี 2n = 16 จึงน่าเป็นต้นที่เกิดมีโครโมโซมผิดปกติของต้นที่มี 2n = 22 ตามที่ Sharma และ Chatterjee ศึกษาพบมี 2n = 16 และ 20 ด้วย แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับโครโมโซมและสามารถขยายพันธุ์แบบ asexual เจริญได้ดีในประเทศไทยและญี่ปุ่น สำหรับรังไข่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรังไข่ของ Limnocharis flava (Linn.) Buch. Family Butomaceae คือ มี 6 locule ผนังติดกันแต่ไม่แยกเป็น apocarpous มีการติดของ ovule แบบ laminar placentation จึงน่าจะเป็นชนิดที่แสดงให้เห็นว่า Family Hydrocharitaceae มีความสัมพันธ์กับ Family Butomaceae

Lagarosiphon roxburghii Benth. (Syn. Nechamandra alternifolia (Roxb.) Thw.) ซึ่งมี 2n = 16 เนื่องจากสกุล Nechamandra Planch. และ Lagarosiphon Harv. ซึ่ง Airy Shaw (1966) จัดเป็นชื่อพ้องกัน แต่มีหลายคนที่จัดสองสกุลแยกกัน ซึ่ง Andrews (1956) ใช้จำนวน stamens และรูปร่างของใบใช้แยกสกุล คือมี stamens 2 อัน ใบ linear-lanceolate เป็นสกุล Nechamandra Planch. และ stamens 3 อัน ใบ linear เป็นสกุล Lagarosiphon Harv. แต่จากการศึกษาโครโมโซมในสกุล Lagarosiphon Harv. มี basic number 7, 11 (Darlington และ Wylie, 1955) และมีจำนวนโครโมโซมของ somatic cell 14 และ 22 แท่ง แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่จะสนับสนุนว่าโครโมโซมมีความแตกต่างกัน สกุลเดียวกันอาจมี basic number ต่างกันได้ จึงควรมีการศึกษาลักษณะโครโมโซมในชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด ถ้าหากทั้งสองสกุลจัดแยกกัน ชนิดที่ศึกษาครั้งนี้ควรเป็น Nechamandra alternifolia (Roxb.) Thw.

นักพฤกษอนุกรมวิธานบางคนยอมรับว่า Boottia Wall. และ Ottelia Pers. เป็นชื่อพ้องกัน คือ Ottelia Pers. (Hartog in Steenis, 1957; Airy Shaw, 1966) บางคนจัดแยกกัน โดยจัดพันธุ์ไม้ที่มีดอก bisexual เป็น Ottelia Pers. และดอก

unisexual เป็น Boottia Wall. (Gagnepain, 1931; Bentham และ Hooker, 1965) แต่จากการศึกษาจำนวนและรูปร่างลักษณะของโครโมโซมพบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะจำนวนโครโมโซม ซึ่ง Ottelia alismoides (Linn.) Pers. มี 2n = 22, 42, 44, 52, 66, 68, 72 และ 132 และ Boottia lanceolata Gagnep. มี 2n = 22, 44 และ 66 ดังนั้นการจัดทั้งสองสกุลเป็น Ottelia Pers. จึงเหมาะสำหรับการจำแนกโดยใช้ลักษณะที่เหมือนกันเพียงอย่างเดียว แต่เพื่อสะดวกในการศึกษาทาง phylogeny ควรจัดแยกเป็นสอง section หรือสกุล จะทำให้สามารถหาความสัมพันธ์ของแต่ละลักษณะได้ชัดเจนในแต่ละสกุล

Thalassia hemprichii (Ehrenb.) Aschers. 2n = 18 ไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมของพันธุ์ไม้ในชนิดนี้จนถึงปัจจุบัน และการศึกษาทางสัณฐานวิทยาครั้งนี้ก็ไม่ได้ศึกษาลักษณะและส่วนของดอก คงศึกษาเฉพาะต้น ใบ และราก แต่การที่จัดเป็น T. hemprichii (Ehrenb.) Aschers. เพราะเป็นชนิดที่พบขึ้นอยู่บริเวณใกล้เคียงกับประเทศไทย มีลักษณะที่ศึกษาไม่แตกต่างกัน

Vallisneria Linn. จากการศึกษาครั้งนี้ 2 ชนิดมี 2n = 20 (ในต้นตัวเมีย) สำหรับ V. gigantea Graeb. มีลักษณะของโครโมโซมและต้นคล้ายกันกับ V. spiralis Linn. (รูปที่ 7 ข, 7 ก) ทั้งยังสามารถผสมกันได้ แสดงว่าทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน

จากการศึกษาพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ใน Family Alismaceae, Family Butomaceae และ Family Hydrocharitaceae กล่าวได้ว่า Family Alismaceae กับ Family Butomaceae มีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกัน ส่วน Family Hydrocharitaceae มีบางสกุลและบางลักษณะสัมพันธ์กับ Family Butomaceae แต่มีลักษณะส่วนใหญ่ advanced กว่า

สำหรับการจัดจำแนกพันธุ์ไม้ที่ศึกษาครั้งนี้โดยอาศัยความสัมพันธ์ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้น ใบดอก กับลักษณะของโครโมโซม โดยใช้ระบบการจำแนกที่จัดมาก่อนมาพิจารณา (Bentham และ Hooker, Engler และ Prantl ใน Lawrence

1951 ; Hutchinson, 1959; Benson, 1959) จัดได้ดังนี้

1. Order Alismales

   Family Alismaceae

2. Order Butomales

   Family Butomaceae

3. Order Hydrocharitales

   Family Hydrocharitaceae

หรืออาจจัดทั้ง 3 Family อยู่ใน Order Helobiae เดียวกัน ร่วมกับ Family อื่นที่ไม่ได้ศึกษาครั้งนี้